

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA - FAV

**BOAS PRÁTICAS E REGULAMENTAÇÃO DA AVIAÇÃO
AGRÍCOLA NO BRASIL**

CARLOS EDUARDO MEIRELES DE OLIVEIRA

BRASÍLIA/DF
2024

CARLOS EDUARDO MEIRELES DE OLIVEIRA

BOAS PRÁTICAS E REGULAMENTAÇÃO DA AVIAÇÃO AGRÍCOLA NO BRASIL

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Banca Examinadora da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – FAV, como exigência final para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maísa Santos Joaquim

**BRASÍLIA/DF
2024**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e à Nossa Senhora Aparecida, por me amparar, me resguardar, e principalmente, me capacitar, dando-me a oportunidade e a felicidade de cursar e me formar na Universidade de Brasília.

Agradeço à minha mãe, Luciane, ao meu pai, Unilson, e à minha irmã, Ana Júlia, que são minha base e me subsidiaram, me incentivaram e me apoiaram incondicionalmente, durante toda a minha vida.

Agradeço aos meus falecidos avós, Abnai e Ester, grandes incentivadores do meu ingresso no curso de Agronomia, por todo o carinho e ensinamentos passados. Em meu coração permanece lembranças boas e uma enorme saudade.

Agradeço aos meus avós, Valdeci e Sônia, que ainda em vida dão todo o suporte e amor, à minha família. Tudo o que somos e temos hoje, é graças a esse casal que saiu do interior do Tocantins (na época, ainda Goiás) e se mudou para Luziânia-GO em busca de uma vida melhor para seus filhos.

Agradeço a toda minha família, em especial aos meus padrinhos Arimar e Eliane, que me auxiliaram, me apoiaram e ouviram meus lamentos nos momentos difíceis durante o curso, e compreenderam a minha ausência enquanto eu me dedicava à realização deste trabalho.

Agradeço à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. A todos os professores que tive o prazer de ser discente, e a todos os funcionários da FAV e da UnB. Agradeço a todos os trabalhadores da Fazenda Água Limpa, que sempre tiveram paciência e nos ensinaram a Agronomia na prática.

Agradeço a minha querida amiga e orientadora Dr^a. Maísa Santos Joaquim, por aceitar esse desafio e fazer parte de um momento tão importante em minha vida. Exemplo de alegria, força, dedicação e sabedoria, é uma pessoa que me espelha profissionalmente e também, humanamente. Tem a minha mais profunda veneração e carinho.

Por fim, agradeço a todas amigas que fiz durante esse trajeto, principalmente por alguns colegas de graduação que levarei por toda a vida. Alegrias, tristezas, raivas, choros e risos foram compartilhados ao longo desses anos, e com certeza são momentos que ficarão guardados na memória, pois foram essenciais para a construção do caráter da pessoa e do profissional que hoje sou.

RESUMO

Esse trabalho teve como objetivo realizar uma revisão bibliográfica abrangente acerca das boas práticas (BPs) e regulamentações que orientam a aviação agrícola no Brasil. Utilizou-se uma metodologia baseada no levantamento de dados secundários, com foco no histórico, mundial e nacional, boas práticas e regulamentações da aviação agrícola. A coleta de informações se deu por meio de artigos científicos, revistas e manuais de acesso público, disponíveis na plataforma Google Acadêmico, em sites oficiais do Governo Federal e em sites de empresas especializadas em prestação de serviços aeroagrícolas. A partir da visão abrangente das boas práticas e regulamentações da aviação agrícola no Brasil, a que se chegou nesse estudo, conclui-se que a busca pela excelência operacional, aliada ao respeito pelas normas vigentes e o compromisso com a inovação, são os pilares fundamentais para garantir o desenvolvimento sustentável e seguro deste setor vital para a agricultura brasileira.

PALAVRAS-CHAVE: Aviação Agrícola; Boas Práticas; Regulamentação; Segurança; Sustentabilidade.

ABSTRACT

This work aimed to carry out a comprehensive literature review on good practices (BPs, in portuguese) and regulations that guide agricultural aviation in Brazil. A methodology based on the collection of secondary data was used, focusing on the history, global and national, good practices and regulations of agricultural aviation. Information is collected through scientific articles, magazines and publicly accessible manuals, available on the Google Scholar platform, on official Federal Government websites and on websites of companies specialized in providing aeroagricultural services. Based on the comprehensive view of good practices and regulations for agricultural aviation in Brazil, which this study reached, it is concluded that the search for operational excellence, combined with respect for current standards and a commitment to innovation, are the fundamental pillars to guarantee the sustainable development and security of this vital sector for Brazilian agriculture.

KEYWORDS: Agricultural Aviation; Good Practices; Regulation; Security; Sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Distribuição de unidades por fabricante.....	15
Figura 2 – Distribuição de unidades por estado.....	16
Figura 3 – Evolução da frota aeroagrícola de 2009 a 2021.....	17
Figura 4 – CVA.....	18
Figura 5 – Faixas de aplicação (deposição).....	24
Figura 6 – Objetivos estratégicos para a indústria de aviação para 2050 com relação à substituição do combustível de origem fóssil por biocombustíveis.....	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estabilidade de misturas entre diferentes classes de defensivos.....	26
---	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	8
2. OBJETIVO.....	10
3. METODOLOGIA.....	11
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
4.1. Aviação Agrícola: Um Breve Histórico.....	12
4.2. Aviação Agrícola no Brasil.....	12
4.2.1. Histórico da Atividade Aeroagrícola no Brasil.....	12
4.2.2. Dados do Setor Aeroagrícola Brasileiro.....	14
4.3. Boas Práticas Aeroagrícolas.....	17
4.3.1. Segurança Operacional.....	18
4.3.1.1. Manutenção de Aeronaves.....	18
4.3.1.2. Planejamento da Operação.....	19
4.3.1.3. Operações de Aeroaplicação.....	21
4.3.1.3.1. Influência de Fatores Meteorológicos.....	21
4.3.1.3.2. Cuidados na Aplicação Aérea de Defensivos Agrícolas	23
4.3.2. Inovação Tecnológica e Promoção de Sustentabilidade no Setor	28
4.4. Regulamentação da Atividade Aeroagrícola Brasileira.....	31
4.4.1. Mapa.....	32
4.4.2. Anac.....	33
4.4.3. Decea/Comaer – FAB.....	33
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	35
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37

1. INTRODUÇÃO

A aviação agrícola desempenha um papel fundamental no contexto socioeconômico do Brasil, contribuindo para o alavanque do desempenho do setor agrícola e, por conseguinte, para a economia nacional, visto a importância da cadeia agropecuária para o país. Segundo pesquisadores do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada – CEPEA/USP, em estudo realizado junto à Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil – CNA, em 2023 o agronegócio brasileiro poderia chegar a um Produto Interno Bruto – PIB de cerca de R\$2,62 trilhões, valor que pode corresponder a 24,4% do PIB do Brasil (CEPEA/CNA, 2023).

A atividade aeroagrícola é essencial para otimizar a produção agropecuária, promovendo o aumento da eficiência e a redução de perdas nas lavouras. O uso da aviação no setor, emerge como uma ferramenta estratégica para potencializar o rendimento das áreas produtivas, considerando a extensão territorial vasta e uma diversidade de culturas, destacando o Brasil como um dos maiores produtores agrícolas do mundo. Segundo Antuniassi (2016), a prática da aviação agrícola tem sido fundamental na manutenção da competitividade brasileira na produção de alimentos, pois é econômica, eficiente e permite o uso reduzido de defensivos.

Frente a importância da aviação agrícola como garantia da atividade agropecuária brasileira, se torna necessário a implementação e promoção de boas práticas (BPs) em tais operações. A utilização responsável e sustentável dessa tecnologia aérea é essencial para mitigar impactos ambientais, assegurar a segurança alimentar e proteger a saúde pública. A introdução de BPs na aviação agrícola não apenas aprimora a eficiência operacional, mas também, resguarda os recursos naturais e preserva a biodiversidade, promovendo assim, a sustentabilidade a longo prazo do setor agrícola brasileiro (IBRAVAG, 2023).

Além dos aspectos operacionais e ambientais, a importância da regulamentação da aviação agrícola é outro ponto a ser estudado, debatido e garantido. Uma regulamentação eficiente e abrangente desempenha um papel crucial na garantia da segurança, na prevenção de impactos negativos e na promoção de práticas éticas no setor. No contexto brasileiro, em que a aviação agrícola desempenha um papel vital na economia agrícola, a implementação e atualização constante de normas e regulamentos são imperativas para assegurar que essa atividade ocorra de maneira segura, responsável e em conformidade com as leis e

padrões estabelecidos (SINDAG, 2023).

A regulamentação proporciona um ambiente de trabalho mais seguro aos operadores e a comunidade em geral, minimizando riscos associados à atividade aeroagrícola. Além disso, ela contribui na prevenção de impactos ambientais adversos, estabelecendo diretrizes para o uso sustentável dos recursos naturais. A regulamentação eficaz também desempenha um papel crucial na gestão de conflitos de interesse, assegurando que as práticas adotadas na aviação agrícola estejam alinhadas com os princípios éticos e legais.

O mercado atual exige cada vez mais, organizações comprometidas com os princípios da governança ambiental, social e corporativa (*Environmental, Social and Corporate Governance* - ESG), e conforme o presidente do Instituto Brasileiro de Aviação Agrícola – IBRAVAG, Júlio Kampf (2023), se faz necessário o alinhamento de todas as pessoas atuantes no âmbito da cadeia agrícola nacional, com esse movimento global de cultura e desenvolvimento, para que seja possível uma evolução sólida, cada vez maior, do setor.

Dessa forma, este trabalho não apenas explora a importância intrínseca da aviação agrícola e suas boas práticas, mas também destaca a necessidade de uma regulamentação sólida, dinâmica e adaptável para sustentar o crescimento contínuo e responsável dessa atividade no cenário agrícola brasileiro.

2. OBJETIVO

Realizar uma revisão bibliográfica abrangente envolvendo as boas práticas (BPs) e as regulamentações que orientam a aviação agrícola no Brasil.

Este estudo almeja não apenas atender aos requisitos acadêmicos, mas, principalmente, fornecer subsídios para a melhoria contínua da aviação agrícola no Brasil, promovendo uma integração harmoniosa de tecnologias e práticas sustentáveis. O alcance desses objetivos contribuirá significativamente no desenvolvimento responsável e eficaz desse setor estratégico para a economia nacional.

3. METODOLOGIA

Para este estudo, foi adotada uma metodologia baseada no levantamento de dados secundários, com foco no histórico, mundial e nacional, boas práticas e regulamentações da aviação agrícola. A coleta de informações se deu por meio de artigos científicos, revistas e manuais de acesso público, disponíveis na plataforma Google Acadêmico, em sites oficiais do Governo Federal e em sites de empresas especializadas em prestação de serviços aeroagrícolas, o que, para Gil (2002) proporciona uma base consistente para a pesquisa e permite a análise aprofundada das práticas e normativas vigentes nesse setor específico.

A utilização de dados secundários, especialmente a partir de artigos científicos, conferiu ao trabalho uma robustez metodológica, uma vez que essas fontes passam por revisão por pares, garantindo a confiabilidade e a qualidade das informações. Ao explorar publicações científicas relacionadas à aviação agrícola, pôde-se acessar descobertas recentes e perspectivas especializadas que enriqueceram a compreensão do tema.

As revistas especializadas no setor de aviação agrícola desempenharam um papel crucial ao proporcionar uma visão abrangente de práticas atuais e tendências regulatórias. Essas fontes permitiram a contextualização das boas práticas dentro do cenário normativo brasileiro, contribuindo para uma análise mais completa e detalhada.

Os manuais, por sua vez, foram valiosos na incorporação de informações práticas e orientações normativas específicas. Ao consultar documentos que reúnem diretrizes e regulamentações, se tornou possível a compreensão de como as boas práticas são traduzidas em normas e diretrizes específicas para a aviação agrícola no Brasil.

Esse tipo de abordagem fortalece a credibilidade do estudo, assegurando que as conclusões estejam fundamentadas em evidências confiáveis e alinhadas com as normativas vigentes no país (GIL, 2002).

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1. Aviação Agrícola: Um Breve Histórico

Conforme relatado por Mhereb (2017), o primeiro voo agrícola da história foi realizado em 1911, na Alemanha, pelo agente florestal Alfred Zimmermann, considerado pai da aviação agrícola, pela sua ideia de aplicação de defensivos químicos com a utilização de aeronaves. Com a intenção de controlar uma infestação de lagartas que causavam prejuízos em uma lavoura, o alemão sobrevoou a área em um pequeno avião, com o auxílio de outro tripulante, e realizou o despejo manual de produtos químicos para o controle das espécies invasoras. Apesar do êxito, até meados de 1940 o segmento não teve grande desenvolvimento (BACAGINI et al. 2012).

O dia 1º de dezembro de 1950 ficou marcado pelo voo inaugural do primeiro avião fabricado no mundo, com finalidade exclusiva para a aviação agrícola. O modelo AG-1 foi desenvolvido pelo engenheiro e comandante estadunidense, Fred Weick, junto de sua equipe de pesquisas da Texas A&M dos Estados Unidos da América. Com o sucesso do protótipo desenvolvido, o modelo passou a ser fabricado e comercializado a partir de 1953 pela empresa Transland Aircraft dos EUA (MOSSMANN et al. 2023).

Nos seguintes anos, novas aeronaves e equipamentos foram desenvolvidos em todo o mundo, buscando aprimorar e fomentar o desenvolvimento da atividade. Essa busca por aprimoramentos é uma grande tendência nos dias atuais, gerando a oferta de soluções cada vez mais inovadoras, o que fortalece o setor agrícola mundial e garante uma produção cada vez mais sustentável e eficaz de alimentos (MOSSMANN et al. 2023).

4.2. Aviação Agrícola no Brasil

4.2.1. Histórico da Atividade Aeroagrícola no Brasil

Em 19 de agosto de 1947, na cidade de Pelotas/RS, ocorreu o primeiro voo no Brasil com finalidades agrícolas. Com o intuito de controlar uma grande nuvem de gafanhotos que colocava lavouras do Sul do país em risco, o Comandante Clóvis

Candiota, do Aeroclube de Pelotas, junto do Engenheiro Agrônomo Leôncio Fonteles, chefe do posto de defesa agrícola do então Ministério da Agricultura, após semanas de preparação e adaptações em um avião de instrução modelo M-7, de fabricação brasileira, sobrevoaram lavouras da região, lançando inseticida em pó à base de BHC – Hexacloro de Benzeno para controle dos insetos. A atividade teve grande êxito (LOPES; PRATA, 2008).

Como forma de homenagear o grande feito, em 1989, o então Presidente da República, José Sarney, instituiu por meio do Decreto 97.669/89, o dia 19 de agosto como Dia Nacional da Aviação Agrícola, além de reconhecer por meio do mesmo Decreto, o piloto civil Clóvis Candiota como patrono da Aviação Agrícola Brasileira (LOPES; PRATA, 2008).

Segundo Mossmann et al. (2023), apenas em meados de 1960 o setor teria suas primeiras legislações e regulamentações. Com o objetivo de fomentar o desenvolvimento da aviação agrícola brasileira, em 1966 foi criada a Divisão de Aviação Agrícola, ligada ao Ministério da Agricultura, que trouxe grandes incentivos ao setor, como por exemplo a criação dos primeiros cursos de aviação agrícola, além dos cursos de coordenadores e executores para técnicos agrícolas e engenheiros agrônomos. A aviação agrícola foi oficialmente reconhecida no Brasil apenas no ano de 1969, por meio de Decreto-Lei nº 917, contudo, teve sua regulamentação apenas 12 anos depois, através do Decreto nº 86.765, de outubro de 1981 (MHEREB, 2017).

Conforme a atividade agrícola brasileira foi se desenvolvendo ao longos dos anos, levando o Brasil a atingir sua vocação de ser celeiro do mundo, como já esperado por Carlo Lovatelli (Associação Brasileira do Agronegócio – ABAG, 2004), assim se fez necessário um desenvolvimento conjunto da atividade de aviação agrícola nacional.

Fundamentando a substituição do método terrestre de aplicação de defensivos agrícolas, principal atividade exercida pela aviação agrícola, Cunha (2010) relatou que a aplicação aérea apresenta diversas vantagens em relação ao método tradicional. A possibilidade de pulverização de grandes áreas em menor tempo, traz a médio/longo prazo, economias de tempo, custos e mão de obra para o produtor rural, além de evitar a compactação do solo com maquinário pesado.

Segundo o Ministério da Agricultura e Pecuária – MAPA (2023), além da aplicação de defensivos agrícolas, a aviação utilizada no contexto da atividade agropecuária nacional, possibilita também a realização de semeadura, aplicação de

fertilizantes, imageamento e sensoriamento remoto, povoamento de rios e lagos com peixes e combate à incêndios em todos os tipos de vegetação.

4.2.2. Dados do Setor Aeroagrícola Brasileiro

Com o objetivo de apoiar, fomentar, regulamentar e incentivar o desenvolvimento da atividade aeroagrícola no Brasil, baseado em gestão de boas práticas, objetivando um crescimento cada vez mais sustentável do setor, atualmente quatro entidades de renome no cenário nacional exercem essas funções, promovendo congressos, debates, seminários e pesquisa, com o apoio de especialistas da área e a comunidade interessada.

- **Ministério da Agricultura e Pecuária – Mapa (2023):**

[...] é responsável pela gestão das políticas públicas de estímulo à agropecuária, pelo fomento do agronegócio e pela regulação e normatização de serviços vinculados ao setor. No Brasil, o agronegócio contempla o pequeno, o médio e o grande produtor rural e reúne atividades de fornecimento de bens e serviços à agricultura, produção agropecuária, processamento, transformação e distribuição de produtos de origem agropecuária até o consumidor final.

- **Instituto Brasileiro da Aviação Agrícola – Ibravag (2023):**

[...] foi criado em 2018 para atender e congregar o setor em suas diversas esferas. O Ibravag tem como grande objetivo informar a sociedade sobre a importância da Aviação Agrícola, reunindo toda a cadeia produtiva de fornecimento do setor. Atuando nas áreas de educação e profissionalização, através de congressos, seminários e encontros técnicos. É responsável por promover a Revista Aviação Agrícola, uma forma de transmitir conhecimentos do setor e para o setor aeroagrícola.

- **Sindicato Nacional das Empresas de Aviação Agrícola – Sindag (2023):**

[...] foi criado em 1991 pela necessidade que sentiam as empresas de aviação agrícola em ter um sindicato forte, que as representasse legalmente para todos os efeitos, junto aos órgãos oficiais da iniciativa privada e perante a opinião pública. O Sindicato Nacional das Empresas de Aviação Agrícola tem a missão de representar, assistir e defender os interesses das empresas associadas e dos integrantes da categoria.

- **Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC (2023):**

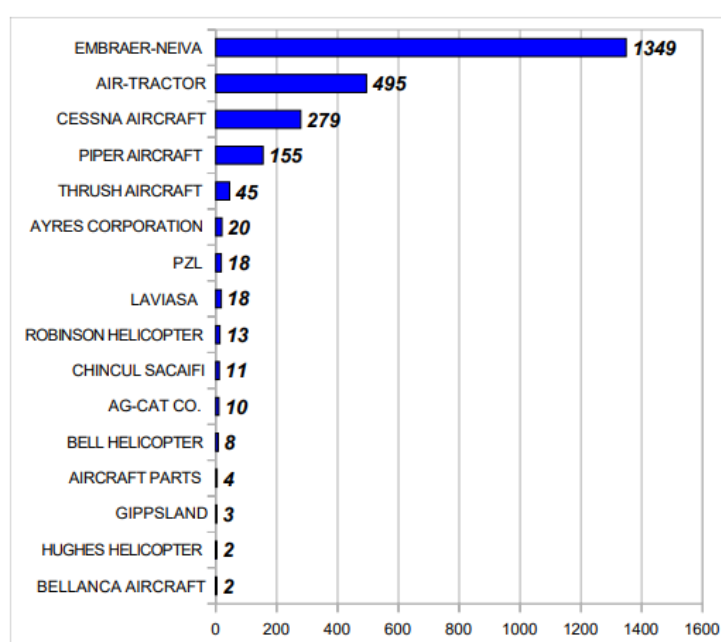
[...] uma das agências reguladoras federais do país, foi criada para regular e fiscalizar as atividades da aviação civil e a infraestrutura aeronáutica e

aeroportuária no Brasil. Instituída em 2005, começou a atuar em 2006 substituindo o Departamento de Aviação Civil (DAC). É uma autarquia federal de regime especial e está vinculada ao Ministério de Portos e Aeroportos. As ações da ANAC se enquadram nos macroprocessos de certificação, fiscalização, normatização e representação institucional.

Manter atualizado um arcabouço de informações, dados e conceitos sobre os principais temas do setor, é fundamental para o desenvolvimento e crescimento do mesmo (MOSSMANN et al. 2023). Essas três entidades, cada uma com sua função e atividade, subsidiam o setor aeroagrícola brasileiro com discussões, pesquisas e informações, possibilitando um melhor planejamento estratégico tanto para o operador e o proprietário no exercício da atividade, quanto para os agentes públicos responsáveis pela fiscalização e regulamentação.

Em trabalho realizado pelo Engenheiro Agrônomo Eduardo Cordeiro de Araújo, junto ao Ibravag e ao Sindag, foi possível se levantar a frota brasileira de aeronaves agrícolas no ano de 2021. O responsável pelo levantamento, consultou dados do Registro Aeronáutico Brasileiro – RAB, disponível no site da Agência Nacional de Aviação Agrícola – ANAC. Conforme relatado por Araújo (2022), usando a metodologia acima descrita, a frota aeroagrícola brasileira, em dezembro de 2021 totalizou 2432 aeronaves. Um acréscimo de 80 aeronaves, correspondendo a 3,40% sobre 2020 (2352 aeronaves). (Figura 1)

Figura 1 – Distribuição de unidades por fabricante

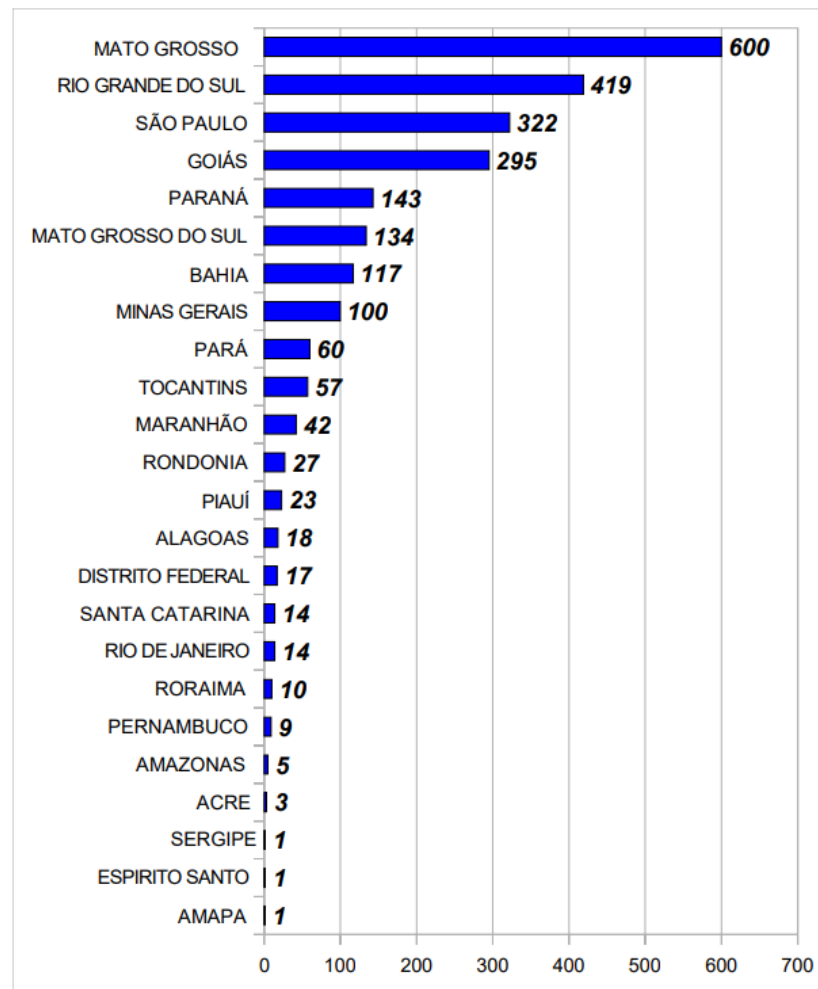


Fonte: (ARAÚJO, 2022)

Observou-se que a fabricante brasileira Embraer-Neiva, 3ª maior fabricante de jatos comerciais do mundo, criada em 1969 (EMBRAER, 2023), detém 55% da frota brasileira de aviões agrícolas.

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento – Conab (2023), o Mato Grosso possui uma área estimada de grãos para a Safra 23/24, de aproximadamente 21,1 milhões de hectares, o que justifica o estado também apresentar a maior frota aeroagrícola do país, com 600 aviões (ARAÚJO, 2022), fato esse que reflete o tamanho das propriedades no Mato Grosso, que em sua maioria são latifúndios, e a utilização da aviação agrícola se torna o meio mais eficaz e econômico, tanto financeiramente quanto em questão de economia de tempo na aplicação de defensivos nas lavouras. (Figura 2)

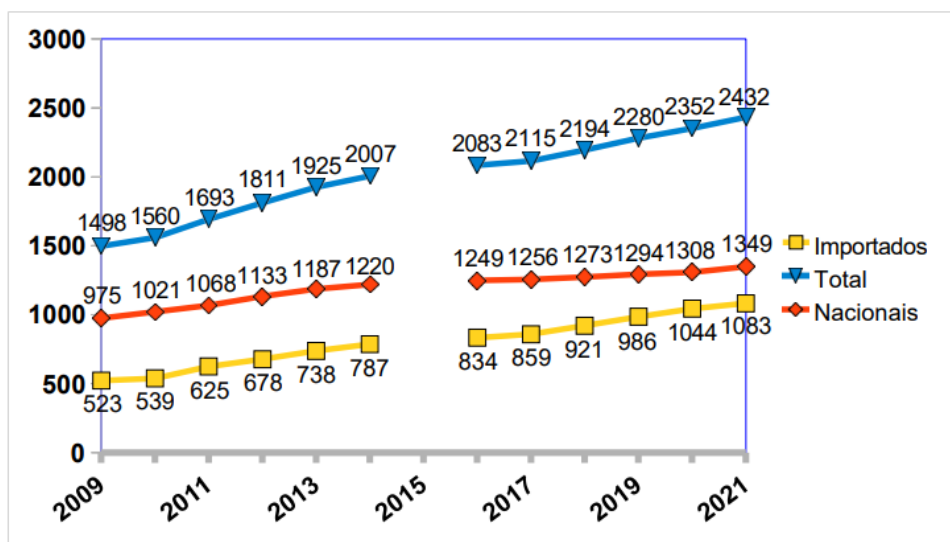
Figura 2 – Distribuição de unidades por estado



Fonte: (ARAÚJO, 2022)

Por fim, pode-se observar o tamanho do crescimento da frota de aviões agrícolas no Brasil, que quase dobrou em um período de 12 anos, fato que se deu pelo avanço do setor agropecuário nacional e a implantação de novas tecnologias que buscam cada vez mais, tornar o agronegócio brasileiro produtivo e competitivo. Segundo o Sindag (2023), o Brasil possui a 2ª maior frota aeroagrícola do mundo, ficando atrás apenas dos Estados Unidos que possui mais de 3600 aeronaves para tal atividade. (Figura 3)

Figura 3 – Evolução da frota aeroagrícola de 2009 a 2021



Fonte: (ARAÚJO, 2022)

4.3. Boas Práticas Aeroagrícolas

Ressaltando que a aviação agrícola é usada dentro de preceitos, regras e restrições aceitas mundialmente, o cumprimento das boas práticas, garante a eficiência e sustentabilidade da atividade (ANTUNIASSI, 2016). A gestão de boas práticas aeroagrícolas (BPAs) no Brasil, leva em consideração aspectos como, gestão empresarial do negócio, englobando planejamento estratégico, gestão contábil e financeira, governança e *compliance*, marketing e gestão comercial, gestão de processos e gestão de pessoas (IBRAVAG, 2023). A partir do objetivo deste trabalho, realizar uma revisão bibliográfica abrangente acerca das boas práticas aeroagrícolas (BPAs), foi levado em conta parâmetros de segurança operacional, promoção de sustentabilidade e introdução de novas tecnologias na atividade.

4.3.1. Segurança Operacional

Segundo o Engenheiro Agrônomo Eduardo Cordeiro de Araújo (2019), Segurança Operacional é o estado no qual os riscos associados às atividades da aviação, relativas ou em apoio direto à operação de aeronaves, são reduzidos e controlados a um nível aceitável. A partir disso, se concluiu que “[...] os riscos devem ser aceitáveis para operação de aeronave, visando proteger a vida e a saúde das pessoas, tanto no ambiente operacional quanto no ocupacional” (MOSSMANN et al. 2023, p.186). Por fim, a resolução de incidentes é fator fundamental para a segurança na execução de atividades aeroagrícolas, uma vez que reduz riscos em futuras operações, procedendo com soluções e orientações.

4.3.1.1. Manutenção de Aeronaves

No Brasil, a atividade de manutenção aeronáutica é regulada pela ANAC. No Regulamento Brasileiro da Aviação Civil - RBAC nº 91 são estabelecidos os requisitos para a manutenção, manutenção preventiva e alterações de aeronaves civis registradas no Brasil e operando dentro ou fora do território brasileiro (ANAC, 2023).

Inicialmente, de acordo com a seção 91.403(f) do RBAC 91 e a Instrução Suplementar - IS 91.403-001, a operação de uma aeronave só será permitida mediante a apresentação à ANAC, por meio do operador, de um Certificado de Verificação de Aeronavegabilidade - CVA na forma estabelecida pela regulamentação vigente para a referida aeronave nos últimos 12 meses (ANAC, 2023).

Figura 4 – Certificado de Verificação de Aeronavegabilidade (CVA)

F-145-27	CERTIFICADO DE VERIFICAÇÃO DE AERONAVEGABILIDADE - CVA	MARCAS ■
I – DADOS DO OPERADOR		
NOME: ■		
ENDEREÇO: ■		
II – DADOS DA AERONAVE		
FABRICANTE: ■	MODELO: ■	
CAT REGISTRO: ■	NÚMERO SERIE: ■	
HORAS TOTAIS: ■	HORAS DESDE ÚLTIMO CVA: ■	
CICLOS TOTAIS: ■	CICLOS DESDE ÚLTIMO CVA: ■	
HORAS TOTAIS NO ÚLTIMO DIA DO ANO ANTERIOR: ■	SITUAÇÃO ATUAL DO CA: ■	

Fonte: (ANAC, 2023)

A IS 91.403-001, parágrafos 6.2.1 e 6.2.2, estabelece que a Verificação de Aeronavegabilidade e emissão do CVA das aeronaves registradas na categoria Serviço Aéreo Especializado - SAE, o que inclui os operadores certificados segundo o RBAC 137, pode ser realizada por um detentor de licença de mecânico de manutenção aeronáutica - MMA habilitado pela ANAC. Para as aeronaves aeroagrícolas registradas na categoria Serviço Aéreo Privado - TPP, a Verificação de Aeronavegabilidade e emissão do CVA, assim como as inspeções previstas no programa de manutenção da aeronave, motor e hélice (exceto inspeção de 50h) somente poderão ser realizadas e aprovadas por uma Organização de Manutenção certificada segundo o RBAC 145 e com o modelo da aeronave em suas especificações operativas (ANAC, 2023).

4.3.1.2. Planejamento de Operações

Segundo a ANAC (2023), o planejamento da operação aeroagrícola reflete diretamente em uma sucedida execução na pulverização agrícola, como também garante a segurança operacional da atividade. Além disso, Mossmann et. al (2023, p.176) relatou que o planejamento operacional da aviação tripulada, objetiva: “[...] otimizar os recursos físicos da empresa (automóveis, aeronaves, pessoal, equipamentos de carga), propiciar maior rendimento operacional e maximizar os índices de segurança a todos os envolvidos e ao meio ambiente.”

O primeiro passo para um planejamento operacional se dá com o estudo das áreas de aplicação, podendo ser através de ferramentas digitais de visualização de imagens como o Google Earth e o Google Maps, lembrando sempre da verificação de data das imagens, pois estas podem estar desatualizadas. Uma visita presencial ao local da atividade a ser exercida também é de extrema importância, uma vez que o conhecimento e mapeamento do terreno e de pontos como torres de transmissão, cabos de energia, casas, árvores, e outros de difícil identificação em imagens de satélites, garantirá a segurança da operação (ANAC, 2023).

Como relatado no Guia de Boas Práticas para Operações Aeroagrícolas, ANAC (2023, p.20), outro fator a ser levantado é a

[...] necessidade de coordenação com tráfego aéreo. Quando a operação aeroagrícola ocorre próxima a um aeródromo civil ou militar, é imprescindível solicitar autorização ao órgão regional do DECEA com jurisdição sobre a área na qual se pretenda operar, em conformidade com as regras constantes na ICA

100-39/2015, antes de iniciar qualquer atividade dessa natureza. Sugere-se verificar com aquele órgão a necessidade de emissão de NOTAM para algumas operações específicas.

A pista de pouso e decolagem deve se encontrar em condições de operação segura, conferida e assegurada pela equipe responsável nos seguintes aspectos: comprimento e largura adequados, piso firme e bem drenado, ausência de obstáculos no alinhamento da pista, ausência de buracos, valetas e camalhões que possam aumentar os riscos de pouso e decolagem, alinhamento com a direção dos ventos predominantes, proximidade da área de tratamento e regularização da pista junto às autoridades, em especial no que se refere ao preenchimento do GRSO (Gerenciamento de Riscos à Segurança Operacional) (SINDAG, 2022).

Uma equipe capacitada para serviços de pista (abastecimento, preparo das cargas) deve ser disponibilizada pelo cliente durante a operação, sendo que os profissionais, de preferência, tenham conhecimentos e experiências neste tipo de serviço. Além disso, todos devem estar munidos dos equipamentos de proteção individual (EPIs) adequados aos produtos que serão aplicados. Conforme o Sindag (2023), tal equipe também deverá se assegurar da disponibilização de combustível e lubrificantes para a aeronave, em quantidades adequadas e com folga, no local da operação.

Por fim, todos os documentos comprobatórios do estado regular da aeronave e dos integrantes da equipe (Piloto e Executor), devem estar em posse dos mesmos (SINDAG, 2022). São eles:

- Cópias dos Certificados de Matrícula e Aeronavegabilidade da aeronave;
- Diário de Bordo;
- Cópia do COA (Certificado de Operador Aeroagrícola);
- Cópias da Habilitação Técnica e de Saúde do piloto;
- Cópia do Certificado de Executor de Aviação Agrícola do Técnico que está apoiando a operação;
- Cópia da Instrução Normativa 02/2008 MAPA;
- Cópia do RBAC 137 ANAC;
- Relatórios Operacionais de Aplicação.
- Outros documentos que vierem a ser exigidos.

Mossmann et al. (2023), em seu Manual da Atividade Aeroagrícola no Brasil, inclui que o planejamento da carga para aeronave também é uma atividade indispensável no planejamento de toda a operação em si. Segundo o autor, a falta e falha no planejamento da operação aeroagrícola podem causar perda de tempo, acidentes ou incidentes graves, derivas indesejáveis, danos a terceiros, desgastes no equipamento, pulverização de baixa qualidade, além do maior problema que a aviação agrícola sofre nos dias atuais, a difamação do setor.

4.3.1.3. Operações de Aeroaplicação

4.3.1.3.1. Influência de Fatores Meteorológicos

Segundo a ANAC (2023), nunca é demais reforçar a importância do conhecimento de fatores que podem interferir no desempenho de uma aeronave. Operações de aeroaplicação apresentam fatores ainda mais desafiadores, já que há a possibilidade de grandes alterações de parâmetros, em um curto período de tempo. A realização de atividades aeroagrícolas em condições meteorológicas desfavoráveis, pode trazer consigo prejuízos ao piloto, ao cliente e a pessoas que habitam as redondezas do local da operação. Dessa forma, o conhecimento de informações como temperatura do ar, velocidade, direção e regularidade dos ventos, umidade relativa do ar, estabilidade atmosférica e inversão térmica, são indispensáveis para uma aeroaplicação eficaz e segura (MOSSMANN et al. 2023).

A temperatura emerge como um fator crucial nas pulverizações, pois indica o potencial de evaporação das gotas, sendo que o aumento da temperatura amplia esse potencial. Portanto, ao realizar operações aeroagrícolas em condições de elevada temperatura, é essencial adotar medidas para minimizar a perda das gotas por evaporação. Essas medidas incluem o aumento do diâmetro e volume das gotas, a incorporação de adjuvantes que diminuam a evaporação, a redução da altitude de voo, entre outras estratégias (SINDAG, 2022).

O conhecimento sobre velocidade, direção e regularidade dos ventos, fenômeno meteorológico resultante do deslocamento das massas de ar devido aos gradientes de temperatura, é crucial nas operações aeroagrícolas. O vento desempenha um papel significativo, pois diversos fatores vinculados a ele determinam o êxito ou fracasso da atividade. Como diretriz geral, é recomendável evitar operações

com ventos abaixo de 3 km/h ou acima de 10 km/h. No entanto, dentro desses limites, é essencial que o piloto possua sensibilidade e conhecimento técnico para ajustar a altitude de voo de acordo com as condições de vento. Diferentes velocidades desse elemento exigem atitudes de voo correspondentes, garantindo que o resultado da operação permaneça satisfatório (SINDAG, 2022).

Ciocheta (2016, p.54), acrescenta a tudo isso que o piloto também deve direcionar sua atenção aos chamados “ventos de través”, pois “[...] nas fases de pouso ou decolagem são os que demandam maior atenção por parte dos pilotos, considerando ainda que aviões com trem de pouso do tipo convencional sofrem maior influência dos ventos cruzado nestas fases.”

Outro aspecto crucial é a umidade relativa do ar, que representa a quantidade de água presente no ar na forma de vapor (estado gasoso). Assim como qualquer outra substância, o ar possui um limite de absorção chamado saturação. Quando o ar úmido está abaixo do ponto de saturação, também conhecido como ponto de orvalho, não apresenta distinção visual em relação ao ar seco, sendo totalmente incolor e transparente. Acima do limite de saturação, o excesso de água se precipita na forma de neblina ou pequenas gotas, resultando em chuva. Por fim, a quantidade de água que o ar pode absorver antes de atingir a saturação é influenciada pela temperatura e aumenta de forma progressiva com o aumento desta (MOSSMANN et al. 2023).

Na prática, a avaliação da umidade relativa do ar é crucial, pois indica o potencial de evaporação das gotas, o qual está diretamente ligado à perda de volume e, conseqüentemente, ao aumento do potencial de deriva. Contrariamente à temperatura, o monitoramento da umidade relativa é considerado mais importante para avaliar a evaporação. Isso ocorre porque a umidade relativa não apenas exerce uma influência significativa na redução do volume das gotas, mas também pode apresentar um comportamento independente da temperatura. Em outras palavras, nem sempre o aumento da temperatura está associado a uma diminuição da umidade relativa, pois a redução da umidade pode ocorrer mesmo em temperaturas mais baixas. Em termos práticos, é preferível realizar uma aplicação com uma temperatura de 30 °C e uma umidade relativa de 75% do que executar a operação com 25 °C e uma umidade relativa de 50%, mesmo que ambas as opções estejam dentro dos limites recomendados (SINDAG, 2022).

Por fim, a estabilidade atmosférica refere-se à capacidade da atmosfera de resistir ao movimento vertical, sendo resultado da distribuição vertical do peso do ar,

ou seja, da pressão atmosférica em um dado momento. Essa pressão varia de acordo com a temperatura do ar, uma vez que o ar quente é mais leve que o ar frio. Portanto, se um determinado volume de ar (bolsão) estiver mais quente do que a atmosfera ao seu redor, ele terá uma tendência natural de ascender, devido à sua menor densidade. É evidente que esses movimentos verticais das massas de ar podem impactar as operações de pulverização aérea (SINDAG, 2022).

4.3.1.3.2. Cuidados na Aplicação Aérea de Defensivos Agrícolas

De acordo com Diego Belapart (2023), o estudo da tecnologia de aplicação aérea contribui para uma execução eficiente e segura da operação de pulverização aeroagrícola. Segundo ele, o conhecimento científico acerca de fatores que envolvem produtos fitossanitários e equipamentos de aplicação como calibração, tipos de bicos, faixa de aplicação, espectro de gotas, misturas de calda, deriva e composição química dos produtos, garantem uma aplicação produtiva, eficiente, econômica e sustentável.

A calibração do equipamento de aeronaves, utilizado para deposição de sólidos e pulverização de líquidos, é essencial em operações aeroagrícolas. O objetivo principal é seguir as orientações técnicas, melhorar o controle eficaz de doenças ou pragas, preservar o meio ambiente e a saúde humana, gerenciar a deriva e otimizar recursos. É relevante ressaltar que os avanços tecnológicos atuais, como o sistema DGPS fluxômetro com acionadores mecânicos, simplificam significativamente a tarefa, conferindo alta precisão ao processo (SINDAG, 2022).

O denominado Sistema de Posicionamento Global Diferencial (DGPS), tornou-se uma ferramenta eficaz e de baixo custo para inúmeras utilizações, vindo combinar de forma perfeita várias ciências como a Informática, Telecomunicação e Geografia. Na Aviação Agrícola o DGPS, introduzido no Brasil em 1995, veio representar uma verdadeira “Revolução”, a ponto de, passados 10 anos, estar 100% da frota brasileira equipada com algum modelo deste equipamento (ARAÚJO, 2005). Resumidamente, nos dias atuais, o uso de sistema de DGPS, dotado de acionador da válvula de controle de fluxo, realiza, pela análise da velocidade da aeronave, faixa efetiva (fornecida) e taxa de aplicação desejada, o controle da vazão de forma a ajustar o fluxo à taxa de aplicação necessária (SINDAG, 2022).

As pontas ou bicos hidráulicos, possuem a finalidade de dispersão do produto durante a aplicação e são semelhantes àsquelas utilizadas em pulverizações terrestres,

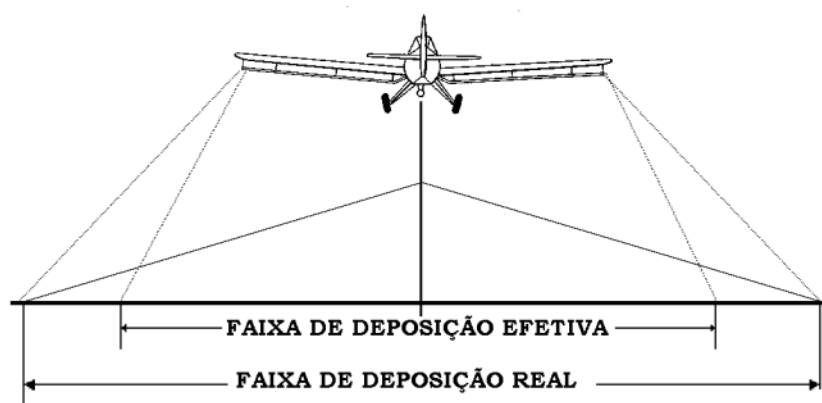
podendo ser de diversos tipos como, jato cônico, jato plano comum, jato plano de impacto e eletrostáticas. Na escolha do bico ideal para cada tipo de aplicação deve ser levado em conta o espectro de gotas desejado, vazão, taxa de aplicação, largura da faixa de deposição e velocidade de deslocamento da aeronave (MOSSMANN, et al. 2023).

Entrando no fator “faixa de aplicação”, nada mais é que a largura na qual a aplicação se deposita. O SINDAG considera em seu guia para aplicação aérea segura (2022), dois tipos de faixas de aplicação: (Figura 5)

- Faixa de deposição real, referente ao depósito total da neblina;
- Faixa de deposição efetiva, referente à faixa na qual a neblina atinge os valores mínimos de gotas por centímetro quadrado, levando em conta o mínimo necessário para que o ingrediente ativo do tratamento realizado seja eficaz.

É fundamental destacar que a definição prática das faixas de deposição, alcançada pelo equipamento instalado na aeronave, é imprescindível para estabelecer com confiança a largura máxima viável em uma operação específica. Caso contrário, há o risco de não realizar uma pulverização eficaz devido à possibilidade de subdosagem (SINDAG, 2022).

Figura 5 – Faixas de aplicação (deposição)



Fonte: (SINDAG, 2022)

Por fim, se faz de grande necessidade o entendimento sobre espectro de gotas e dos produtos utilizados na mistura da calda, para a então tomada de decisões que busquem evitar e minimizar um dos grandes problemas na pulverização aeroagrícola, a deriva dos produtos. Belapart (2023, p.138), explicou que o espectro de gotas (EG) é:

[...] o conjunto de gotas de diferentes diâmetros em uma pulverização. Se as gotas apresentarem uma diferença pequena entre os seus diâmetros, a pulverização terá um EG homogêneo, e se a diferença entre os diâmetros for grande, a pulverização terá um EG heterogêneo.

Ou seja, o espectro de gotas mostra a uniformidade de uma “população” de gotas (BELAPART, 2023).

A respeito dos compostos utilizados na mistura da calda, produto final que de fato é aplicado na lavoura, apresentam diversas formulações, finalidades, processos de mistura e ações de segurança. Além do produto fitossanitário em si, o Decreto 4.074/2002, que regulamenta a Lei 7.802/89, que trata sobre a produção, utilização, comercialização, entre outros, dos agrotóxicos, seus componentes e afins, garante o uso de adjuvantes e aditivos na mistura. Segundo o mesmo Decreto, aditivo é qualquer substância ou produto adicionado a agrotóxicos, componentes e afins, para melhorar sua ação, função, durabilidade, estabilidade e detecção ou para facilitar o processo de produção, e adjuvante refere-se a qualquer produto utilizado em mistura com produtos formulados para melhorar a sua aplicação. O que diferencia aditivo e adjuvante é que: “[...] o primeiro atua no produto em si e o segundo atua na aplicação”. (MOSSMANN et al. 2023, p.114).

Os adjuvantes podem ser do tipo surfactantes, compostos orgânicos que possibilitam a compatibilidade de substâncias hidrofílicas e hidrofóbicas, reduzindo a tensão superficial do líquido e permitindo que a gota cubra uma maior área quando depositada sobre o alvo, óleos minerais e vegetais, que podem atuar tanto como adesivos formando uma camada de proteção para os ingredientes ativos sobre os alvos, quanto também como produtos fitossanitários a depender do seu tipo, outros tipos de adjuvantes adesivos e também adjuvantes redutores de deriva, que atuam por meio da alteração da viscosidade da solução (MOSSMANN et al. 2023).

A Agência Nacional de Defesa Vegetal (ANDEF), traz em seu Manual de Tecnologia de Aplicação de Produtos Fitossanitários (2004), a indicação de uma sequência para a mistura de diferentes produtos para preparo de calda. Alguns produtos possuem alta incompatibilidade física e química, dessa forma, buscando uma mistura mais homogênea possível, se recomenda a adição gradual dos produtos, com o tanque sempre em agitação, na seguinte ordem:

- Água;
- Adjuvantes condicionadores de caldas, surfactantes e emulsionantes;

- Substâncias altamente solúveis em água;
- Líquidos concentrados;
- Fertilizantes foliares;
- Outros tipos de adjuvantes;
- Produtos oleosos.

Lembrando que é permitido a mistura diretamente no *Hopper* (tanque do avião), desde que todos os requisitos da Instrução Normativa nº 40, de 11 de outubro de 2018, do MAPA, sejam cumpridos (MOSSMANN et al. 2023).

Em um estudo realizado sobre incompatibilidade física de misturas entre herbicidas e inseticidas, Petter et al. (2012), chegou a certas conclusões e confeccionou uma tabela com recomendações de aplicação a depender da condição da mistura, ressaltando que a compatibilidade física é apenas uma das características que devem ser observadas em misturas em tanque, não podendo ser assim, fator definitivo para tomada de decisões, mas podendo servir como guia. (Tabela 1)

Tabela 1 – Estabilidade de misturas entre diferentes classes de defensivos

Grau	Condição	Recomendação
1	Separação imediata	Não aplicar
2	Separação depois de 1 minuto	Não aplicar
3	Separação depois de 5 minutos	Agitação contínua
4	Separação depois de 10 minutos	Agitação contínua
5	Estabilidade perfeita	Sem restrições

Fonte: Elaborado pelo autor (adaptado de Centro Brasileiro de Bioaeronáutica - CBB, 2012)

O conhecimento acerca de todos esses fatores e características abordados acima, objetiva uma aplicação com a menor quantidade de deriva possível. Segundo Mossman et al. (2023), a deriva é simplesmente o desvio de certa quantidade de produto durante uma aplicação, para fora do alvo, podendo acarretar em diversos problemas como poluição ambiental, contaminação de áreas vizinhas, ineficiência na aplicação e perdas econômicas, e devido a isso, a gestão de boas práticas aeroagrícolas é de suma importância dentro da propriedade pelo proprietário e funcionários, além do próprio aviador.

Alguns autores como, Combella (1982), Gandolfo (2018) e Mossman et al.

(2023), classificaram a deriva em dois tipos, endoderiva e exoderiva. A endoderiva refere-se a fração de gotas que embora atingir a área desejada (alvo), não atingem a área foliar das plantas, não sendo assim, eficientes no controle da praga. Já a exoderiva refere-se a partículas que não atingem a área alvo da pulverização.

Araújo (2019), referiu-se, respectivamente, a esses dois tipos de deriva como deriva aceitável e deriva inaceitável. Segundo o autor, não é adequado tratar a endoderiva como um desperdício e perda da fração do produto que não se fixou nas plantas e alvos biológicos, pois:

- [...] a) Muitas pragas usam o solo para se abrigar ou passar nele parte de seu ciclo evolutivo, logo o solo de uma área cultivada é parte integrante daquela unidade produtiva;
- b) O controle de pragas com agrotóxicos visa não só atingir diretamente as pragas, mas, também, criar um “ambiente tóxico” no interior da área tratada. Logo, o produto que não atinge diretamente as plantas ou as pragas, não pode ser considerado perda. deriva aceitável
- c) Em uma aplicação de produtos que têm principalmente ou subsidiariamente ação através da absorção radicular, o agrotóxico que cai ao solo, longe de ser contabilizado como perda, é um produto ativo. (ARAÚJO, 2019, p.2)

A escolha e calibração dos equipamentos que serão utilizados, o entendimento sobre faixas de deposição, espectro de gotas e composição química dos produtos, além da utilização de adjuvantes redutores de deriva, são práticas que devem ser de costume, garantindo uma operação segura, pulverização de qualidade e minimização do potencial de ocorrência de deriva (ARAÚJO, 2019).

Por fim, para uma segura operação aérea de aplicação de defensivos, se faz necessário a verificação dos equipamentos de proteção individual (EPI's). Segundo as referentes normas vigentes para o assunto, principalmente a Norma Regulamentadora nº 31 (NR-31), todos os EPIs, visando cumprir sua finalidade de proteção, devem estar em boas condições de uso. Se recomenda uma regular lavagem dos equipamentos, e sempre após sua utilização, verificação de rasgos, furos ou comprometimentos das luvas, e riscos ou avarias nos óculos, além da utilização de máscaras de proteção, conforme indicação da bula de utilização do produto a ser aplicado (MOSSMANN et al. 2023).

4.3.2. Inovação Tecnológica e Promoção de Sustentabilidade no Setor

Allegretti (2023, p.146), considerou que, na gestão de qualquer empresa, sustentabilidade seja a busca por um equilíbrio entre as dimensões social, econômica e ambiental no planejamento e nas ações da mesma. Segundo a autora, o desenvolvimento sustentável além de garantir a capacidade de gerações futuras suprirem suas necessidades, se tornou uma demanda do mercado consumidor e da sociedade, proporcionando assim uma forma de agregar valor aos negócios que estão alinhados aos princípios ESG (*Environmental, Social and corporate Governance*).

Assim, como diversas outras atividades da economia nacional, o setor aeroagrícola em paralelo ao agronegócio brasileiro, utiliza da inovação e tecnologia a serviço da sustentabilidade, garantindo uma atividade cada vez mais alinhada com os objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS), que foram definidos pela Organização das Nações Unidas (ONU), e representam um apelo global com o objetivo de acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade (ONU, 2023).

Ao se falar de inovações tecnológicas como promotoras de um desenvolvimento sustentável no setor agrícola brasileiro, uma área que ganhou importância nos últimos anos e continua em constante crescimento é a agricultura de precisão. Trata-se de “[...] uma estratégia de gestão que utiliza as tecnologias da informação para trazer os dados de múltiplas fontes e apoiar as decisões relacionadas ao manejo da cultura” (BREDEMEIER, 2023, p.152).

A agricultura de precisão permite a aplicação de insumos e semeadura em taxa variável, a depender das características do solo em pontos específicos da operação, fato esse que na agricultura convencional não é possível, pois a área total é considerada homogênea, ou seja, há uma dosagem constante para toda a área. Além disso, por meio de imagens de satélite e mapeamentos realizados por veículos aéreos não tripulados e sensores multiespectrais, sensores de solo e de vegetação, se faz possível o acompanhamento em tempo real da área cultivada, observando o seu desenvolvimento e gerando informações para tomadas de decisões quanto a ataques de pragas, variáveis meteorológicas, aplicação de herbicidas e época de colheita. Tudo isso influencia diretamente no aumento da eficiência de uso dos insumos, implicando em uma atuação no momento correto, no local correto, com o produto

correto e com dosagens corretas (BREDEMEIER, 2023).

Através do uso de drones, sensores e satélites, inteligências artificiais, plataformas e aplicativos, geração e uso intensivo de dados, associados a automação e telemetria no campo, a agricultura de precisão emerge como um caminho promissor rumo à sustentabilidade no campo, otimizando o uso de recursos como água, fertilizantes e defensivos, reduzindo desperdícios e minimizando impactos ambientais negativos (IBRAVAG, 2023).

Segundo Galafassi (2023, p.156), além da captura de imagens e análise comportamental de plantas e solo, os drones ou VANTs (Veículos Aéreos Não Tripulados), também podem e são utilizados em operações aeroagrícolas de aplicação de defensivos químicos para controle fitossanitário. Algumas vantagens da utilização dos drones como ferramenta de pulverização, são: (IBRAVAG, 2023)

- Menor preço em relação ao autopropelido;
- Facilidade de acesso em lavouras;
- Possibilidade de aplicação após a chuva, aplicação localizada em reboleiras e aplicação em áreas com grandes declividades;
- Mínimo de deriva;
- Menor risco de contaminação para os aplicadores;
- Menor perda por amassamento.

Apesar de ser um setor com mercado em ascensão, e se tratar de uma inovação tecnológica versátil e promotora de sustentabilidade, a utilização de drones em operações aeroagrícolas ainda requer muita pesquisa no setor, mão de obra de qualidade e empresas prestadoras de serviços adequados (IBRAVAG, 2023).

Por fim, ao se tratar sobre sustentabilidade, falar sobre a redução na emissão de gases do efeito estufa é indispensável, sendo este um dos principais objetivos globais para o desenvolvimento sustentável. Segundo dados da IEA (sigla em inglês para Agência Internacional de Energia, 2020), de todo o CO₂ emitido por meios de transporte no mundo, 11,6% é oriundo de transportes aéreos. A partir desse dado, o Ibravag (2023), através de um estudo categorizado pela influencia de diversos setores na emissão de gás carbônico, chegou a conclusão de que menos que 3% de todo o CO₂ produzido no planeta é proveniente de atividades aéreas. Mesmo representando uma pequena parcela em relação aos outros setores da economia mundial, a

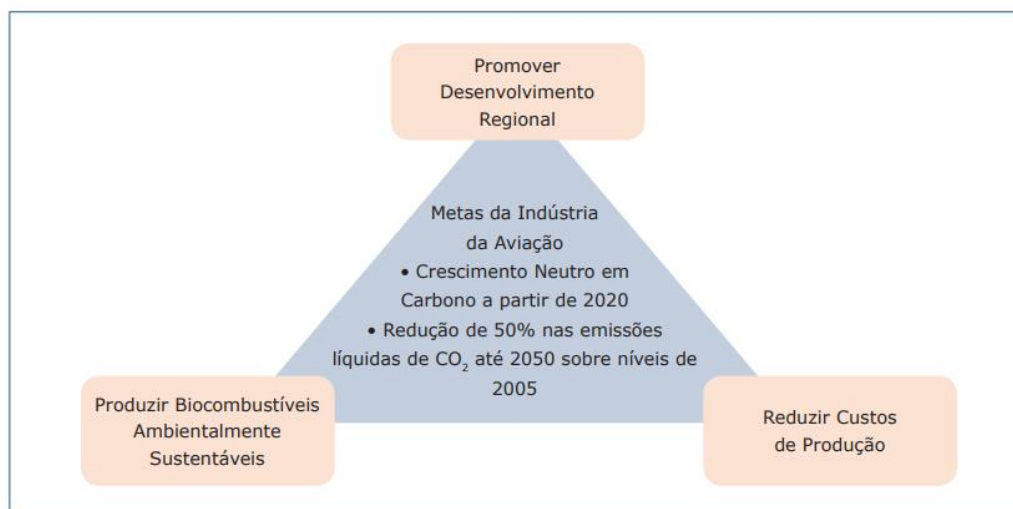
utilização de biocombustíveis e a busca por fontes de energia cada vez mais sustentáveis é pauta prioritária para o setor de aviação.

Uma das alternativas utilizadas no setor é o chamado SAF (sigla em inglês para Combustível de Aviação Sustentável). Segundo a petroleira britânica BP (2023), grande produtora mundial de combustíveis, a utilização de SAF pode reduzir em até 80% nas emissões de carbono ao longo do ciclo de vida do combustível quando comparado a um combustível convencional para aviação. O SAF é produzido a partir de biomassa proveniente de resíduos como óleos vegetais e animais, embalagens de papel e restos de alimentos e segundo a empresa, pode ser misturado em uma proporção de até 50% com combustível convencional de aviação, sendo garantido a aprovação em todos os testes de qualidade, além de todas as funcionalidades da aeronave com o uso do combustível sustentável.

O Brasil, sempre atento com as demandas internacionais e focado em um desenvolvimento econômico e social cada vez mais sustentável, é reconhecido mundialmente por sua longa experiência no uso da biomassa para fins energéticos, a começar por madeira, etanol de cana-de-açúcar e biodiesel. A bioenergia moderna representa cerca de 30% da matriz energética do Brasil, país que tem um longo histórico de conciliar produção de biocombustível, segurança alimentar e desenvolvimento rural (BOEING et al. 2013).

Diante disso, desde 2012, o país conta com uma iniciativa da Boeing, Embraer, Fapesp e Unicamp, com o objetivo de realizar uma avaliação nacional dos desafios e oportunidades tecnológicas, econômicas e de sustentabilidade, associadas ao desenvolvimento e à comercialização de biocombustíveis sustentáveis para a aviação no Brasil. Denominado “Plano de Voo para Biocombustíveis de Aviação no Brasil”, o *roadmap* tecnológico conta com várias etapas dentro dos seus três grandes eixos de pesquisa, sendo eles: produção de novas matérias-primas, tecnologias de refino e, logística e certificação de biocombustíveis. A iniciativa busca atingir metas da indústria de aviação como, crescimento neutro em carbono e redução de 50% nas emissões líquidas de CO₂, até 2050 (comparado a níveis de 2005). (Figura 6)

Figura 6 – Objetivos estratégicos para a indústria de aviação para 2050 com relação à substituição do combustível de origem fóssil por biocombustíveis



Fonte: (BOEING et al. 2013)

Ainda na pegada de redução nas emissões de gases do efeito estufa, vale ressaltar que o Brasil faz parte da Aliança Global para Biocombustíveis, iniciativa lançada na segunda metade de 2023, que reúne 19 países e 12 organizações internacionais com o objetivo de fomentar a produção sustentável e o uso de biocombustíveis no mundo para alcançar a meta de zero emissões líquidas de carbono até 2050. Atualmente, o Brasil junto de Estados Unidos e Índia, que também fazem parte da Aliança, são os três maiores produtores de biocombustíveis do mundo (MRE, 2023).

4.4. Regulamentação da Atividade Aeroagrícola Brasileira

A regulamentação da aviação agrícola é de suma importância e apresenta papel crucial na promoção da segurança, eficiência e sustentabilidade para as operações aeroagrícola. O estabelecimento de diretrizes e normas específicas, garante a adoção de técnicas seguras e ambientalmente responsáveis. Isso não apenas protege a integridade das operações aéreas, mas também ampara a saúde humana e a preservação do meio ambiente. Além disso, a regulamentação contribui para a padronização das operações, melhorando a eficiência na aplicação de insumos agrícolas e otimizando o uso de recursos. A regulamentação da aviação agrícola é essencial para promover e garantir uma agricultura moderna, eficaz e sustentável.

No Brasil, a exploração da navegação aérea é de competência da União, que conforme o art. 21, XII, c, da Constituição Federal, pode conceder o serviço para terceiros. A aviação agrícola se encontra dentro do contexto da aviação nacional, classificada como um serviço aéreo especializado e opera sob regime da ANAC. De forma direta, o MAPA, a ANAC e o Departamento de Controle do Espaço Aéreo do Comando da Aeronáutica – Força Aérea Brasileira (DECEA/COMAER – FAB) possuem a competência de regulamentar o setor. Já indiretamente, órgãos como o IBAMA na regulamentação ambiental e no registro de defensivos, ANVISA no registro de defensivos, e Conselho Regional de Engenharia e Agronomia - CREA e Conselho Federal dos Técnicos Agrícolas – CFTA na regulamentação de profissionais que atuam no setor, implicam também na atividade aeroagrícola brasileira (MOSSMANN et al. 2023).

Como apresentado no capítulo 4.2.1. deste trabalho, considerado a certidão de nascimento da aviação agrícola brasileira, o Decreto-Lei nº 917/69 é um marco para o setor, pois estabeleceu pela primeira vez na história do Brasil, regras federais para operações aeroagrícolas. Em 1981, 12 anos depois, o Decreto 86.765/81 foi promulgado, com o objetivo de regulamentar o Decreto-Lei nº 917/69. A partir daí, diversos instrumentos legislativos e normativos nortearam as diretrizes do setor aeroagrícola brasileiro (MOSSMANN et al. 2023).

Apesar de normas que disponham sobre uso, classificação, registro e cuidados com defensivos agrícolas implicarem diretamente no setor da aviação agrícola, para esta revisão bibliográfica foram abordadas apenas as principais legislações e regulamentações referentes à operação aeroagrícola em si, aeronaves, profissionais do ramo e equipamentos, e que ainda estivessem vigentes até a conclusão deste trabalho.

4.4.1. Mapa

- **Portaria nº 16, de 21 de janeiro de 1983:** Categoriza as pessoas jurídicas e físicas que, sob qualquer forma, incluam a exploração de Aviação Agrícola em seus objetos, ou realize em consonância com os interesses de sua exploração agropecuária.
- **Instrução Normativa nº 2, de 3 de janeiro de 2008:** 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 aeroagrícolas 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.

- **Instrução Normativa nº 15, de 10 de maio de 2016:** Publica a relação de modelos de equipamentos agrícolas aprovados pelo MAPA para utilização em aeronaves no território nacional, visando à execução das atividades descritas no artigo 2º do Decreto no 86.765/81, e em conformidade com o estabelecido por este e pela Instrução Normativa MAPA nº 02, de 3 de janeiro de 2008.
- **Portaria MAPA nº 298, de 22 de setembro de 2021:** Estabelece regras para operação de aeronaves remotamente pilotadas (ARPs ou drones) destinadas à aplicação de agrotóxicos e afins, adjuvantes, fertilizantes, inoculantes, corretivos e sementes.

4.4.2. Anac

- **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil – RBAC nº 137, emenda nº 5, de 14 de junho de 2023:** Estabelece regras gerais de certificação e requisitos para operações aeroagrícolas.
- **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil – RBAC-E nº 94, emenda nº 3, de 3 de abril de 2023:** Estabelece requisitos gerais para aeronaves não tripuladas de uso civil, onde se enquadram os drones ou ARPs utilizados em operações aeroagrícolas como pulverizações e mapeamentos.

4.4.3. Decea/Comaer – FAB

- **Instrução do Comando da Aeronáutica – ICA nº 100-39, de 09 de abril de 2015:** Tem por finalidade estabelecer regras e procedimentos de tráfego

aéreo para as operações aeroagrícolas, dentro da competência do Comando da Aeronáutica.

- **Instrução do Comando da Aeronáutica – ICA nº 100-40, de 1º de julho de 2020:** Tem por finalidade regulamentar os procedimentos e responsabilidades necessários para o acesso seguro ao Espaço Aéreo Brasileiro por Aeronaves Não Tripuladas, onde se enquadram os drones ou ARPs utilizados em operações aeroagrícolas como pulverizações e mapeamentos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo deste trabalho, foram explorados conceitos, dados e informações sobre boas práticas e regulamentações que norteiam a aviação agrícola no Brasil, revelando um cenário dinâmico, com vários atores, entidades e órgãos que pesquisam, regularizam, fiscalizam e garantem a execução da atividade. A aviação agrícola desempenha um papel fundamental na modernização do setor agrícola, proporcionando eficiência e precisão nas operações, contudo sua implementação exige uma abordagem cuidadosa e um conjunto de políticas, processos e práticas (*compliance*) rigoroso.

Se evidenciou que as boas práticas na aviação agrícola estão intrinsecamente ligadas à segurança, sustentabilidade e eficácia das operações. Desde o manejo adequado de insumos até a utilização responsável dos recursos aéreos, cada detalhe impacta diretamente na produtividade e na preservação ambiental. Portanto, a capacitação contínua dos profissionais dessa área é um elemento chave para garantir a adesão às práticas recomendadas.

As regulamentações brasileiras apresentam um arcabouço robusto, mas é inegável que a constante evolução tecnológica e as mudanças nos padrões ambientais demandam uma revisão periódica e flexível dessas normativas. A interação colaborativa entre os órgãos reguladores, empresas do setor e pesquisadores é essencial para adaptar as regulamentações à realidade dinâmica da aviação agrícola.

A necessidade de incentivar a pesquisa e a inovação em tecnologias mais sustentáveis e eficientes na aviação agrícola também emergiu como um ponto crucial. A busca por aeronaves e equipamentos mais eficientes, insumos com menores capacidades de gerar impactos e métodos de aplicação mais precisos, são desafios que, uma vez superados, podem elevar a sustentabilidade e a competitividade do setor.

Em suma, este estudo ofereceu uma visão abrangente das boas práticas e regulamentações da aviação agrícola no Brasil. Ficou evidente a necessidade de cada vez mais fortalecer e assegurar essa atividade essencial para a produção de alimentos no país, frente a todos os tipos de preconceitos enfrentados. Fornecer conteúdos de qualidade à população, a respeito da importância da atividade aeroagrícola para que seja possível realizar o abastecimento alimentar em grande escala, tal qual o país

exige, e das boas práticas exercidas nesta, buscando cada vez mais a redução e utilização responsável de defensivos químicos, fará com que as pessoas enxerguem com bons olhos o trabalho e luta diária dos produtores rurais, que fornecem o alimento do mundo e garantem um futuro cada vez mais próximo, onde haja o controle da fome e da miséria.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Nacional da Aviação Civil - ANAC. **Guia de Boas Práticas para Operações Aeroagrícolas**. Brasília, 2023.

Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC. Institucional. **ANAC**, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/acesso-a-informacao/institucional>. Acesso em: 05 nov. 2023.

ANAC. Regulamento Brasileiro da Aviação Civil - RBAC nº 91, emenda nº 03. **ANAC**, jun. 2021. Disponível em: https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-91/@@display-file/arquivo_norma/rbac91emd03.pdf. Acesso em: 18 nov. 2023.

ANAC. Regulamento Brasileiro da Aviação Civil - RBAC nº 137, emenda nº 05. **ANAC**, jun. 2023. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-137>. Acesso em: 28 dez. 2023.

ANAC. Regulamento Brasileiro da Aviação Civil - RBAC-E nº 94, emenda nº 03. **ANAC**, abr. 2023. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-e-94>. Acesso em: 28 dez. 2023.

ANTUNIASSI, Ulisses Rocha. Aviação Agrícola. **Conselho Científico para Agricultura Sustentável (CCAS)**, abr. 2016. Disponível em: <https://www2.unesp.br/portal#!/noticia/21462/artigo-sobre-aviacao-agricola-/>. Acesso em: 15 jan. 2024.

ARAÚJO, Eduardo Cordeiro de. DGPS : Aplicação Aérea de Precisão. **SINDAG**, set. 2005. Disponível em: https://sindag.org.br/wp-content/uploads/2021/07/DGPS_-Aplicacao-Aerea-de-Precisao.pdf. Acesso em: 12 nov. 2023.

ARAÚJO, Eduardo Cordeiro de. Considerações Sobre Deriva e Outros Fundamentos Técnicos na Aplicação Aérea e Terrestre de Agrotóxicos. **SINDAG**, 27 nov. 2019. Disponível em: <https://sindag.org.br/wp-content/uploads/2021/01/Consideracoes-sobre-deriva-versao-1.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2023.

BACAGINI, et al. **Proposta de Criação do Modelo AASRM (Agricultural Aviation Single Pilot Resources Management)**. ITA (Instituto Tecnológico de Aeronáutica), São José dos Campos, 2012.

Boeing; Embraer; FAPESP; Unicamp. **Plano de Voo para Biocombustíveis de Aviação no Brasil: Plano de Ação**. São Paulo, 2013.

BP Energy. *What is sustainable aviation fuel (SAF)?* **BP p.l.c.**, jun. 2022. Disponível em: <https://www.bp.com/en/global/air-bp/news-and-views/views/what-is-sustainable-aviation-fuel-saf-and-why-is-it-important.html>. Acesso em: 23 dez. 2023.

BRASIL. **Decreto nº 97.669**, de 19 de abril de 1989. Dispõe sobre o Dia Nacional da Aviação Agrícola e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 de abril de 1989.

BRASIL. **Decreto nº 86.765**, de 22 de dezembro de 1981. Regulamenta o Decreto-Lei nº 917, de 07 de outubro de 1969, que dispõe sobre o emprego da aviação agrícola no País e dá outras providências. Diário Oficial da União, Seção 1, Brasília, DF, 23 de dezembro de 1981.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 917**, de 07 de outubro de 1969. Dispõe sobre o emprego da Aviação Agrícola no país e dá outras providências. Diário Oficial da União, Seção 1, Brasília, DF, 08 de outubro de 1969.

BRASIL. **Instrução Normativa MAPA nº 2**, de 03 de janeiro de 2008. 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 aeroagrícolas 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. Diário Oficial da União, Seção 1, Brasília, DF, 08 de janeiro de 2008.

BRASIL. **Instrução Normativa MAPA nº 15**, de 10 de maio de 2016. Publica a relação de modelos de equipamentos agrícolas aprovados pelo MAPA para utilização em aeronaves no território nacional, visando à execução das atividades descritas no artigo 2º do Decreto no 86.765/81, e em conformidade com o estabelecido por este e pela Instrução Normativa MAPA nº 02, de 3 de janeiro de 2008. Diário Oficial da União,

Seção 1, Brasília, DF, 11 de maio de 2016.

BRASIL. **Norma Regulamentadora – NR 31**, última modificação em 22 de outubro de 2020. tem por objetivo estabelecer os preceitos a serem observados na organização e no ambiente de trabalho rural, de forma a tornar compatível o planejamento e o desenvolvimento das atividades do setor com a prevenção de acidentes e doenças relacionadas ao trabalho rural. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 27 de outubro de 2020.

BRASIL. **Portaria MAPA nº 16**, de 21 de janeiro de 1983. Dispõe sobre as categorias das pessoas jurídicas e físicas que, sob qualquer forma, incluam a exploração de Aviação Agrícola em seus objetos, ou realize em consonância com os interesses de sua exploração agropecuária. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 24 de janeiro de 1983.

BRASIL. **Portaria MAPA nº 298**, de 22 de setembro de 2021. Estabelece regras para operação de aeronaves remotamente pilotadas destinadas à aplicação de agrotóxicos e afins, adjuvantes, fertilizantes, inoculantes, corretivos e sementes. Diário Oficial da União, Seção 1, Brasília, DF, 24 de setembro de 2021.

CEPEA – ESALQ/USP; CNA. PIB do Agronegócio Brasileiro 2023. **CEPEA**, 2023. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx#:~:text=Pesquisadores%20do%20Cepea%2FCNA%20indicam,PIB%20do%20Pa%C3%ADs%20em%202023>. Acesso em: 02 nov. 2023.

CIOCHETA, Rafael da Silveira. **Gerenciamento do Risco na Aviação Agrícola nos Estados do Mato Grosso e Rio Grande do Sul**. 2016. Monografia (Bacharelado em Ciências Aeronáuticas) – Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2016.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Boletim de Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, v. 11, n. 3, dez. 2023. Brasília, 2023.

COMBELLACK, J. H. Loss of herbicides from ground sprayers. **Weed Research**, West Sussex, v. 22, n. 4, p. 193–204, ago. 1982. Disponível em: Loss of herbicides from ground sprayers - COMBELLACK - 1982 - Weed Research - Wiley Online Library. Acesso em: 15 dez. 2023.

CUNHA, J. P. A. R. da. Aplicação aérea funciona? **SINDAG**, 2014. Disponível em: https://sindag.org.br/colunas_sindag/aplicacao-aerea-funciona/. Acesso em: 17 nov. 2023.

DECEA. Instrução do Comando da Aeronáutica – ICA nº 100-39. **DECEA**, 09 abr. 2015. Disponível em: <https://publicacoes.decea.mil.br/publicacao/ica-100-39>. Acesso em: 03 jan. 2024.

DECEA. Instrução do Comando da Aeronáutica – ICA nº 100-40. **DECEA**, 01 jul. 2020. Disponível em: <https://publicacoes.decea.mil.br/publicacao/ica-100-40>. Acesso em: 03 jan. 2024.

EMBRAER. Sobre Nós. **EMBRAER**, 2023. Disponível em: <https://embraer.com/br/pt/sobre-nos>. Acesso em: 05 nov. 2023.

GANDOLFO, Ulisses Delvaz. **Espectro de Gotas e Deriva na Pulverização de Diferentes Formulações de Herbicidas**. 2018. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista – UNESP, Botucatu, 2018.

GIL, Carlos Antônio. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

IBRAVAG - Instituto Brasileiro da Aviação Agrícola. **Manual de Gestão de Boas Práticas Agrícolas**. Porto Alegre, 2023.

IBRAVAG - Instituto Brasileiro de Aviação Agrícola. Institucional. **IBRAVAG**, 2023. Disponível em: <https://ibravag.org.br/home/>. Acesso em: 05 nov. 2023.

LOPES, C.R., Prata, M. F. **O crescimento da Aviação Agrícola no Brasil e no Mundo**. 2008. Trabalho de Conclusão de Curso em Tecnologia em Gestão da Aviação Civil - Universidade Tuiuti do Paraná, Curitiba, 2008.

LOVATELLI, Carlo. Vocação do Brasil é Ser o Celeiro do Mundo, **Revista de Agronegócios da FGV**, p. 4-6, jun. 2004.

MAPA - Ministério da Agricultura e Pecuária. Perguntas e Respostas Sobre a Aviação Agrícola. **MAPA**, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/aviacao-agricola/faq/perguntas-e-respostas->

sobre-a-aviacao-agricola. Acesso em: 04 nov. 2023.

MAPA - Ministério da Agricultura e Pecuária. Atividades Aeroagrícolas. **MAPA**, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/aviacao-agricola/servicos-aeroagricolas>. Acesso em: 04 nov. 2023.

MHEREB, Gabriel de Araújo. **Aviação Agrícola no Brasil: Caracterização, Invisibilização e Debates**. 2017. Dissertação (Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2017.

MOSSMANN, Agadir Jhonatan et al. **Manual Teórico e Prático da Atividade Aeroagrícola no Brasil**. Passo Fundo: Passografic, 2023.

MRE - Ministério das Relações Exteriores. Lançamento da Aliança Global para Biocombustíveis. **MRE**, 09 set. 2023. Disponível em: https://www.gov.br/mre/pt-br/canais_atendimento/imprensa/notas-a-imprensa/lancamento-da-alianca-global-para-biocombustiveis. Acesso em: 23 dez. 2023.

ONU - Organização das Nações Unidas. Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável. **UNICEF BRASIL**, 2023. Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel>. Acesso em: 20 nov. 2023.

ONU - Organização das Nações Unidas. Os Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável no Brasil. **NAÇÕES UNIDAS BRASIL**, 2023. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br>. Acesso em 20 nov. 2023.

PETTER, F. A. et al. Incompatibilidade Física de Misturas Entre Herbicidas e Inseticidas, **Revista Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 30, n. 2, p. 449-457, 2012.

RITCHIE, Hannah. *Cars, planes, trains: where do CO2 emissions from transport come from?* **OUR WORLD IN DATA**, 06 out. 2020. Disponível em: <https://ourworldindata.org/co2-emissions-from-transport>. Acesso em: 23 dez. 2023.

SINDAG; IBRAVAG. **Operadores brasileiros de Aviação Agrícola**. Brasília, 2022.

SINDAG - Sindicato Nacional das Empresas de Aviação Agrícola. **Frota Brasileira de Aeronaves Agrícolas**. Brasília, 2021.

SINDAG - Sindicato Nacional das Empresas de Aviação Agrícola. **Guia para Aplicação Aérea Segura**. Brasília, 2022.

SINDAG - Sindicato Nacional das Empresas de Aviação Agrícola. Dados Sobre a Aviação Agrícola. **SINDAG**, 2023. Disponível em: <https://sindag.org.br/dados-sobre-a-aviacao-agricola/>. Acesso em: 02 nov. 2023.

SINDAG - Sindicato Nacional das Empresas de Aviação Agrícola. Institucional. **SINDAG**, 2023. Disponível em: <https://sindag.org.br/o-sindag/>. Acesso em: 05 nov. 2023.