

# CURSO DE PULVERIZAÇÃO AGRÍCOLA COM DRONES



**DRONE SCHOOL**

## Aviso Legal

Este manual foi elaborado exclusivamente para uso no curso de pulverização aeroagrícola da Agro Aviation Academy, com todos os direitos reservados, em conformidade com o conteúdo programático estabelecido pelo MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). Todo e qualquer conteúdo mencionado neste manual que seja proveniente de outras obras ou faça referência a elas está devidamente listado na seção "BIBLIOGRAFIA", garantindo a preservação dos respectivos direitos autorais. Este material destina-se apenas ao uso educacional e não deve ser reproduzido, distribuído ou utilizado para qualquer outro fim sem autorização prévia da Agro Aviation Academy. A reprodução não autorizada é estritamente proibida e sujeita a sanções legais.

## Sumário

<b>1. Introdução aos drones</b> .....	07
1.1 Termos utilizados.....	07
1.2 Características básicas das ARPs.....	08
1.2.1 Principais estruturas e componentes de uma ARP.....	09
1.2.2 Introdução a conceitos aeronáuticos e teoria de voo.....	10
1.2.2.1 Partes da aeronave.....	10
1.2.2.2 Eixos da aeronave.....	11
1.2.2.3 Forças que atuam na aeronave.....	12
1.2.2.4 Generalidades.....	16
1.3 O mercado de ARP no Brasil.....	19
1.4 Usos de ARP na agricultura.....	19
1.4.1 O voo aeroagrícola.....	21
1.5 Legislação sobre ARP no Brasil.....	22
1.5.1 Introdução à regularização.....	22
1.5.2 ANATEL.....	23
1.5.3 ANAC.....	24
1.5.3.1 Classificação quanto ao peso de decolagem e tipo de operação.....	24
1.5.3.2 Requisitos para piloto remoto e observador.....	27
1.5.3.3 Porte obrigatório de documentos.....	27
1.5.3.4 Regras de voo.....	29
1.5.4 DECEA.....	30
1.5.5 MAPA.....	31
1.5.5.1 Registro.....	31
1.5.5.2 Portaria 298 de 22 de setembro de 2021.....	32
1.5.5.3 Instrução Normativa nº 2 de 3 de janeiro de 2008.....	34
1.5.6 Decreto 86.765 de 22 de dezembro de 1981.....	34
1.5.7 Legislação sobre agrotóxicos no Brasil.....	36
1.6 Conceitos de boas práticas agrícolas.....	43
Módulo 1 – Exercícios resolvidos.....	45
<b>2. O drone de pulverização agrícola</b> .....	47
2.1 Importância e vantagens da pulverização com drones.....	47
2.2 Compreensão da ferramenta.....	49
2.2.1 O drone: visão geral.....	49
2.2.2 Componentes básicos de uma ARP de aplicação.....	50
2.2.2.1 Componentes essenciais do Amarelin 30 L e funcionalidades.....	50
2.2.3 Softwares.....	52
2.2.3.1 Agri Assistant APP.....	52
2.2.4 Modos operacionais.....	52
Módulo 2 – Exercícios resolvidos.....	54
<b>3. Manejo agrícola</b> .....	56
3.1 Pragas, doenças e plantas daninhas.....	56
3.1.1 Pragas e doenças.....	56
3.1.1.1 Fatores que favorecem o ataque de pragas.....	57

3.1.1.2 Métodos de controle de pragas.....	58
3.1.1.3 Manejo integrado de pragas (MIP).....	58
3.1.1.4 Tipos de pragas.....	59
3.1.1.5 Principais grupos de pragas agrícolas.....	61
3.1.1.6 Doenças.....	61
3.1.1.6.1 Doenças causadas por bactérias.....	62
3.1.1.6.2 Doenças causadas por fungos.....	62
3.1.1.6.3 Doenças causadas por neumatódeos.....	62
3.1.1.6.4 Doenças causadas por vírus.....	63
3.1.1.6.5 Medidas para evitar o aparecimento de doenças ou reduzir seu efeito.....	63
3.1.2 Plantas daninhas.....	64
3.2 Agrotóxicos.....	66
3.2.1 Agrotóxicos e o consumidor.....	66
3.2.2 Agrotóxicos e o meio ambiente.....	67
3.2.3 Agrotóxicos na pulverização.....	67
3.2.4 Agrotóxico: da compra ao manuseio responsável.....	68
3.3 Toxicologia e uso de EPI.....	70
3.3.1 Toxicologia.....	70
3.3.2 Uso de EPIs.....	72
3.3.3 Principais EPIs.....	73
3.4 Ecotoxicologia e contaminação ambiental.....	74
3.5 Tecnologia de aplicação.....	74
3.5.1 Defensivos agrícolas.....	75
3.5.2 Formulação dos defensivos agrícolas.....	75
3.5.3 Métodos de aplicação de defensivos agrícolas.....	76
3.5.4 Fatores que afetam as pulverizações.....	77
3.5.4.1 Bicos de pulverização.....	77
3.5.4.2 Desgaste e troca de pontas.....	79
3.5.4.3 Volume de pulverização.....	80
3.5.4.4 Controle de vazão.....	80
3.5.4.5 Fatores meteorológicos que influenciam nas aplicações.....	81
3.6 Alvo biológico e cobertura do alvo.....	83
3.7 Teoria da gota e deriva.....	84
3.7.1 Tamanho das gotas dos bicos.....	84
3.7.2 Aspectos físicos das gotas geradas pelos bicos.....	85
3.7.3 Classes de pulverização.....	85
3.7.4 Deriva.....	86
3.7.4.1 Tipos de deriva e causas.....	86
3.7.4.2 Controle da deriva.....	88
3.8 Preparo de calda, carregamento, tríplice lavagem e descontaminação.....	88
3.8.1 Preparo de calda.....	89
3.8.2 Adjuvante.....	90
3.8.2.1 Tipos de adjuvantes.....	90
3.8.3 Carregamento.....	91
3.8.4 Tríplice lavagem.....	91
3.8.5 Descontaminação.....	92
3.8.5.1 Passo a passo.....	92

Módulo 3 – Exercícios resolvidos.....	93
<b>4. Segurança e eficiência operacional.....</b>	<b>100</b>
4.1 Introdução.....	100
4.2 Calibração da ARP para aplicação.....	100
4.3 Pré missão.....	102
4.3.1 Checklist pré missão.....	102
4.3.2 Problemas comuns.....	104
4.4 Pré voo.....	105
4.4.1. Checklist de segurança pré voo.....	105
4.5 Segurança durante a missão.....	106
4.5.1 Manipulação de defensivos.....	106
4.5.2 Aplicação de defensivos.....	106
4.5.3 Ajuste de voo em condições adversas.....	106
4.6 Emergências.....	107
4.7 Boas práticas operacionais na pulverização agrícola com drones.....	107
4.8 Intercorrências.....	108
4.8.1 Problemas de conexão.....	108
4.8.2 Problemas na pulverização.....	109
4.8.3 Nível da bateria.....	109
4.8.4 Componentes mecânicos soltos.....	110
4.8.5 Mapeamento incorreto.....	110
Módulo 4 – Exercícios resolvidos.....	111
<b>5. Mapeamento.....</b>	<b>114</b>
5.1 Introdução ao mapeamento.....	114
5.1.1 Conceito de mapeamento.....	114
5.1.2 Planejamento da missão.....	114
5.1.3 Inteligência do software.....	115
5.1.4 Configurações ajustáveis.....	115
5.1.5 Mapeamento genérico.....	115
5.2 Prática do mapeamento.....	116
5.3 Treino prático online.....	116
Módulo 5 – Exercícios resolvidos.....	117
<b>6. Prática.....</b>	<b>118</b>
6.1 Contato inicial.....	118
6.2 Aprofundamento na prática.....	122
6.3 Avançando no mapeamento.....	123
6.4 Práticas intensivas de voo.....	123
<b>7. Referências.....</b>	<b>124</b>
Apêndices.....	127
Apêndice A – Exercícios.....	127
Apêndice B – Gabarito.....	162
Apêndice C – Base legal.....	163
Apêndice D – Checklist e Diretrizes.....	167

## Apresentação

O elevado e crescente nível de sofisticação das operações agrícolas vem definindo novos postos de trabalho e plataforma de negócios, composto por carreiras e oportunidades profissionais inéditas em toda cadeia produtiva. Neste cenário desafiador surge o nosso curso. Bem-vindo ao Curso Agro Aviation de Pulverização Agrícola com Drones, uma jornada rumo à formação de especialistas em pulverização aérea com drones. Este curso inovador, com certificado emitido pela Agro Aviation, tem como objetivo principal capacitar profissionais para liderarem missões agrícolas utilizando tecnologia de ponta. Ao longo do programa, os participantes aprenderão não apenas as habilidades essenciais de pilotagem de drones, mas também a aplicar seus conhecimentos de forma estratégica e eficiente no contexto agrícola. Nossa abordagem teórica e prática fornecerá uma compreensão abrangente das técnicas de pulverização aérea remota, mas não se limita a isso. O curso visa formar especialistas aptos a aplicar suas habilidades dentro do Sistema Agro Assist, um aplicativo que gerencia as missões de voo, e a explorar todas as suas funcionalidades, o que amplia as oportunidades profissionais, contribuindo para uma agricultura mais eficiente e sustentável. O curso é dividido em duas partes: aulas teóricas e aulas práticas.

O curso também dedica atenção especial à segurança operacional e à promoção de boas práticas tanto nas atividades relacionadas à pulverização quanto no mapeamento antes do voo. Reconhecemos a importância vital de garantir operações seguras e eficientes com drones na agricultura. Os participantes serão orientados sobre os protocolos de segurança essenciais, abrangendo desde a preparação pré-voo até a execução das missões. Além disso, serão instruídos sobre boas práticas de pulverização, incluindo o uso responsável de produtos químicos e a minimização do impacto ambiental. No âmbito do mapeamento, o curso abordará técnicas avançadas para captura de dados precisos, garantindo que os profissionais estejam aptos a realizar mapeamentos detalhados e informativos para otimizar as práticas agrícolas. Enfatizamos a integração desses princípios de segurança e boas práticas para garantir uma aplicação eficaz e responsável da tecnologia de drones na agricultura.

Nessa jornada, a tecnologia, a agricultura e a inovação se encontram para moldar o futuro da pulverização agrícola com drones.

Bons estudos!



## Módulo 1 – Introdução aos drones

Aplicadores aéreos são amplamente utilizados na agricultura. As operações de aplicação aérea consistem na pulverização e dispensa, ou descarga (termos doravante intercambiáveis) de material por aeronaves em voo baixo, exigindo dessas aeronaves um bom desempenho de voo em tais circunstâncias. Os veículos aéreos não tripulados são aeronaves extremamente versáteis em voo baixo. A dispensa de materiais inclui inseticidas, pesticidas, herbicidas, fertilizantes, sementes, substâncias de controle de fogo e muitos outros materiais potencialmente tóxicos. A descarga de tais materiais em voos de baixa altura é considerada uma atividade de alta periculosidade haja vista a proximidade do veículo aéreo com o solo e suas repetitivas manobras baixas com alto potencial de colisão.

### 1.1. Termos utilizados

Existem alguns termos utilizados para designar uma aeronave não tripulada, sendo o termo drone o mais amplamente difundido apesar de não ser a oficial. Este e outros termos são especificados a seguir:

- (1) **DRONE:** Vem do inglês e significa zangão ou zumbido. É um termo genérico usado para descrever desde pequenos equipamentos multirotores até aeronaves não tripuladas de aplicação militar. É um apelido informal;
- (2) **AEROMODELO:** Aeronave não tripulada com finalidade de recreação;
- (3) **VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO (VANT):** É o termo usado para descrever todo e qualquer tipo de aeronave que não necessita de pilotos embarcados para ser guiada. É considerado um termo obsoleto;
- (4) **AERONAVE REMOTAMENTE PILOTADA (RPA):** Do inglês "*Remotely Piloted Aircraft*" é definida como aeronave não tripulada pilotada a partir de uma estação de pilotagem remota com finalidade não recreativa. O piloto controla remotamente o equipamento por meio de uma interface externa (controle remoto, computador, dispositivo digital, entre outros);
- (5) **SISTEMA DE AERONAVE REMOTAMENTE PILOTADA (RPAS):** Do inglês "*Remotely Piloted Aircraft Systems*" é o sistema formado pela aeronave mais sua estação de pilotagem remota, link de comando que possibilita o controle da aeronave e qualquer outro equipamento de apoio.

#### ATENÇÃO

1. No Brasil, as aeronaves não tripuladas ainda são amplamente conhecidas como drones, termo muito utilizado pelos órgãos de imprensa e pelos usuários. Embora seja aceito, não tem amparo técnico ou definição na legislação existente. A sigla RPA, atualmente, tem sido a preferida pela comunidade, sobretudo pelos órgãos reguladores. A terminologia oficial no Brasil é **RPA** e **VANT**.

2. Para efeitos práticos, o termo drone também será utilizado neste curso.

## 1.2. Características básicas das ARPs

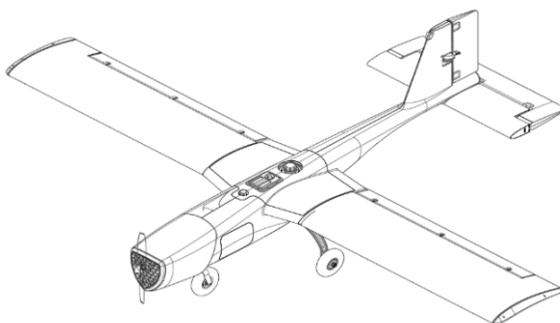
Um drone é por definição uma aeronave que opera sem a presença de um piloto a bordo, sendo controlada remotamente ou por meio de programas semi-autônomos. Essas aeronaves são dotadas de uma variedade de sensores, câmeras e outros dispositivos que possibilitam a execução de tarefas diversas em diferentes setores, desde monitoramento e mapeamento até aplicações militares e agrícolas. Existem duas configurações para um drone: asas rotativas ou multi-rotores e asas fixas, cada uma com suas características e diferentes aplicabilidades.

RPA de asa rotativa pode assemelhar-se a um helicóptero convencional ou ainda ter mais de um rotor (multirotores), como os quadricópteros (4 rotores). Este tipo é mais popular por ser mais fácil de ser controlado além de ter mais aderência ao público devido a sua estabilidade e baixo investimento. O controle deste tipo de RPA se baseia na variação do torque dos rotores. Uma vez no ar, a RPA varia a velocidade relativa de cada rotor para alterar o torque, o que permite uma gama de movimentos em voo. É possível pairar durante o voo.

RPA de asa fixa é similar a um avião convencional.

Existem ainda as RPA de asa híbrida, em que há a junção dos dois tipos anteriormente citados. Possui uma filosofia de projeto que leva à uma utilização mais adaptável, a depender das circunstâncias e modo de operação do voo. Um compilado com as principais diferenças relativas entre RPA de asa fixa e asa rotativa pode ser observado na tabela seguinte:

PARTICULARIDADE	ASA FIXA	ASA ROTATIVA
Aplicações mais comuns	Agricultura, mineração, topografia, monitoramento, engenharia, armamento, entre outros.	Agricultura, inspeção e fiscalização, obras e mercado imobiliário, videografia, topografia, emergência, entre outros.
Velocidade de voo	Maior	Menor
Autonomia da bateria	Maior	Menor
Cobertura de área por voo	Maior	Menor
Pilotagem	Mais difícil	Mais fácil
Modo de decolagem e pouso	Horizontal	Vertical
Área de decolagem e pouso	Maior	Menor



DRONE ASA FIXA



DRONE ASA ROTATIVA

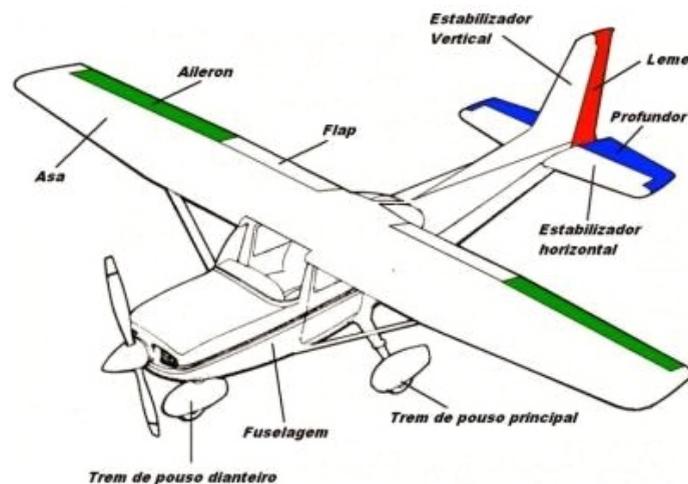
### 1.2.1. Principais estruturas e componentes de uma ARP

Drones são construídos e equipados com diversos dispositivos e estruturas, cada qual trabalhando, individualmente ou em conjunto, para o bom funcionamento de todo o sistema. Alguns componentes são comuns à grande maioria das RPAS, dos quais podem ser citados:

- **Frame/shell:** Corpo da aeronave (de asa fixa ou rotativa), onde são embarcados os demais componentes. Em RPA de asas fixas e grandes dimensões, a nomenclatura mais usual é aquela semelhante às aeronaves convencionais, como fuselagem, asas, empenagem, etc.
- **Asas:** As asas são responsáveis pela sustentação da aeronave no ar. Em multi-rottores as hélices desempenham essa função. Uma hélice nada mais é do que duas asas girando em torno de um eixo.
- **Controladora de voo:** Também conhecida por FC (*Flight controller*) trata-se de uma central de comando, conhecida como o cérebro do equipamento. É responsável pela comunicação entre os demais componentes e periféricos. Quase todas as controladoras de voo possuem sensores básicos, como giroscópio e acelerômetro. Alguns FCs podem incluir sensores mais avançados como barômetros e bússolas. É importante conhecer os tipos de FCs, pois softwares usados em certas controladoras podem ter recursos e funções adicionais que não estão disponíveis em outros.
- **GPS:** Sensor de posicionamento, essencial para o voo semi-autônomo.
- **Acelerômetros e giroscópios:** São sensores que medem a aceleração linear e a taxa de mudança angular da aeronave, respectivamente. Basicamente enquanto o acelerômetro indica a posição, o giroscópio indica o ângulo em que se encontra.
- **Motores e hélices:** Responsáveis pela moto-propulsão do equipamento. Os motores podem ser elétricos (alimentados por baterias) ou à combustão.
- **Servo-motor:** Os servos são mecanismos responsáveis por fazer os movimentos dos ailerons, flaps, leme e profundor da RPA. Resumidamente, são um conjunto de engrenagens encaixadas de modo que a pequena força exercida pelo motor na entrada resulte em uma grande força na saída, conhecida por torque.
- **Baterias:** São recarregáveis e fornecem energia para os demais componentes. As mais utilizadas são as de LiPo (polímero de lítio), pois são leves, recarregáveis e possuem uma alta capacidade de descarga, o que é ideal para esta aplicação. Os carregadores de bateria são componentes acessórios de extrema importância.
- **Câmera:** É o instrumento que realiza a captação das imagens e permite a visualização embarcada do voo, dando suporte à pilotagem remota. Existe ainda o FPV (*First Person View*), que é um sistema no qual há uma câmera a bordo equipada com um transmissor de vídeo em tempo real. A pilotagem remota é feita através das informações da câmera de bordo enviadas ao piloto em solo, no uso de um óculos de FPV.
- **Gimbal:** É o estabilizador da câmera. Composto por dois ou mais sensores, este equipamento compensa os movimentos do voo para manter as imagens sempre estáveis e contínuas. Também é possível controlar a inclinação da câmera sem deslocar a aeronave, acionando o comando pelo rádio controle.
- **Estação de pilotagem:** Indispensável, a estação de pilotagem pode ser bem simples e funcionar a partir de celulares, tablets ou computadores associados a outros periféricos.
- **Sistema de comunicação:** É o componente responsável por viabilizar o controle da pilotagem e o status do voo, composto por rádio controle (RC), receptor e link de comando. Cada conjunto tem um determinado número de canais de frequência para operação de comandos básicos e específicos.

## 1.2.2. Introdução a conceitos aeronáuticos e teoria de voo

A aerodinâmica estuda as reações de um corpo que se desloca dentro de uma massa de ar. Para estudar e compreender a aerodinâmica por trás do deslocamento de uma aeronave dentro de uma massa gasosa é importante identificar as partes que compõem essa aeronave. A figura abaixo auxilia nesse entendimento. As partes básicas de uma aeronave de asa fixa e uma aeronave de asas rotativas compartilham várias semelhanças fundamentais. Ambos os tipos de aeronaves possuem estruturas principais, como fuselagem, asas (ou pás rotativas), estabilizadores (como o estabilizador horizontal e vertical), sistemas de controle de voo e sistemas de propulsão. Essas semelhanças básicas destacam os princípios aerodinâmicos e estruturais fundamentais que são essenciais para o funcionamento seguro e eficaz de aeronaves de diferentes configurações.



Fonte: partes básicas de um avião

### 1.2.2.1 Partes da aeronave

**Asa:** É a principal responsável pela sustentação durante o voo. Em aeronaves de asa rotativa as asas são costumeiramente chamadas de hélice, o que é um erro comum. Os principais componentes e definições que compõe uma asa são especificados a seguir:

- Envergadura: É o comprimento total de uma asa, medido de uma à outra;
- Corda: É a reta que liga o bordo de ataque ao bordo de fuga da asa;
- Raiz: É a parte da asa mais próxima da fuselagem;
- Ponta: É a extremidade da asa;
- Bordo de ataque: É a parte frontal da asa;
- Bordo de fuga: É a parte traseira da asa;
- Intradorso: É a superfície inferior da asa;
- Extradorso: É a superfície superior da asa;
- Área da asa: É o valor resultante da multiplicação da envergadura da asa por sua corda média.

**Empenagem:** Chamada coloquialmente de cauda, a empenagem é constituída pelo estabilizador vertical, o estabilizador horizontal e as respectivas superfícies de comando (leme e profundor). A principal função das superfícies que compõem a empenagem é manter a estabilidade e a controlabilidade do voo:

- Superfície horizontal: Esta superfície se opõe à tendência da aeronave de baixar ou levantar a cauda. Geralmente é formada por um estabilizador horizontal fixo e um profundor móvel. Também pode ser inteiriça e toda móvel;
- Superfície vertical: Esta superfície se opõe à tendência da aeronave de guinar (desviar para a direita ou esquerda). Geralmente é constituída por um estabilizador vertical (deriva) fixo e um leme de direção móvel.

### 1.2.2.2 Eixos da aeronave

Também chamados de eixos de movimento. São referências usadas para se descrever as mudanças de atitude de uma aeronave. Em uma aeronave existem 3 eixos imaginários, perpendiculares entre si que se cruzam no centro de gravidade.

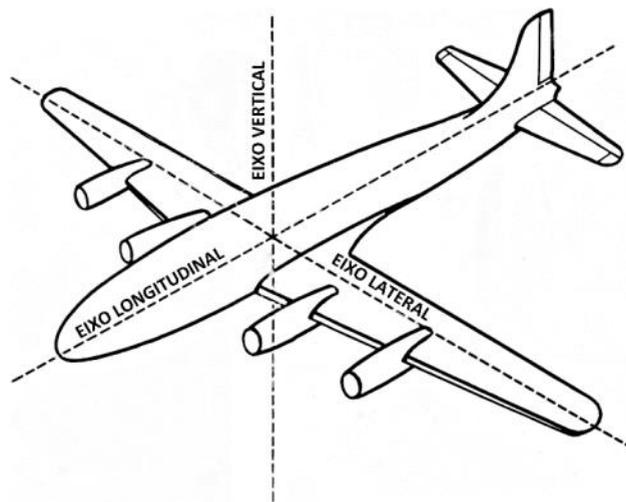
**Eixo lateral ou transversal:**

É um eixo imaginário que se entende de ponta a ponta nas asas da aeronave;

**Eixo longitudinal:**

É um eixo imaginário que se entende do nariz à cauda da aeronave;

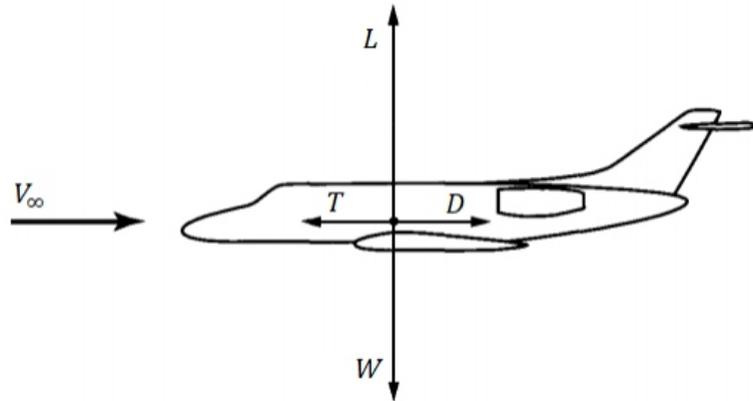
**Eixo vertical:** É um eixo imaginário que, passando pelo centro de gravidade da aeronave, é perpendicular aos eixos transversal e longitudinal.



A sustentação ( $L$ ) de uma aeronave se opõe ao seu peso ( $W$ ). Quando a sustentação for maior que o peso o voo é ascendente e quando a sustentação for menor que o peso o voo é descendente. A tração ( $T$ ) de uma aeronave se opõe ao seu arrasto ( $D$ ). Quando a tração for maior que o arrasto o voo é acelerado. Quando a tração for menor que o arrasto o voo é desacelerado. A tração de uma aeronave motorizada é promovida pela hélice que, por sua vez, recebe a força necessária do motor. O conjunto formado por motor mais hélice recebe o nome de grupo motopropulsor. A capacidade de tração da hélice se origina da potência do motor.

### 1.2.2.3 Forças que atuam na aeronave

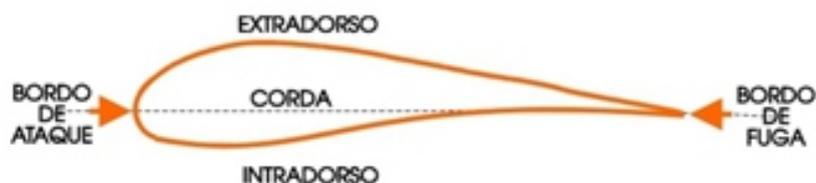
Em um voo reto, nivelado e com velocidade constante, quatro forças atuam (em equilíbrio) na aeronave. São elas: Sustentação (L), Arrasto (D), Peso (W) e Tração (T).



**I Sustentação:** A força perpendicular ao deslocamento da aeronave chama-se sustentação, representada pela letra L (do inglês lift). Ela é a principal responsável pelo voo de uma aeronave. Existem componentes, ou superfícies aerodinâmicas, em que tal força é mais significativa, aqueles compostos por perfis aerodinâmicos, também conhecidos por aerofólios. Um perfil aerodinâmico nada mais é do que um aerofólio cortado no sentido da corda. Os principais componentes perfilados abrangem a asa, os estabilizadores e a hélice.

Os principais elementos de um perfil aerodinâmico são listados abaixo. Os perfis podem ainda ser simétricos ou assimétricos.

- Bordo de ataque: É a parte dianteira do perfil;
- Bordo de fuga: É a parte traseira do perfil;
- Extradorso: É a parte superior do perfil;
- Intradorso: É a parte inferior do perfil;
- Corda: É a linha reta que une o bordo de ataque ao bordo de fuga.

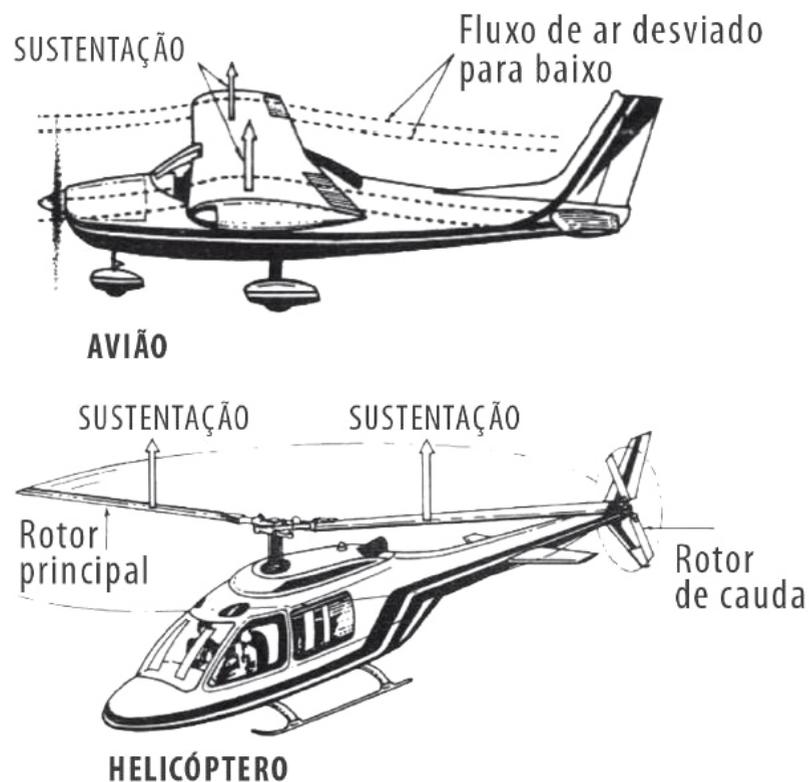


O deslocamento do ar, ou qualquer fluido gasoso, sobre uma superfície ou sobre um perfil aerodinâmico se chama escoamento. Pelas leis da física, dentro de um fluxo de fluido horizontal, pontos de velocidade de fluido mais alta terão menos pressão que pontos de velocidade de fluido mais baixa. Um perfil aerodinâmico segue o mesmo princípio. No aerofólio, o ar que passa sobre o extradorso tem mais velocidade que o ar que passa sobre o intradorso, resultando em uma redução da pressão do extradorso com relação ao intradorso do perfil.

Outro ponto que se soma é a terceira lei de Newton (toda força aplicada provoca uma reação de igual intensidade e sentido oposto) e o movimento curvo do fluido que adere à superfície do perfil. Ao percorrer a superfície curvilínea do aerofólio, o vento relativo adere e é curvado e uma força centrípeta surge na partícula de ar. Uma reação contrária surge no aerofólio. Ao somar a reação de cada partícula do escoamento temos a resultante aerodinâmica que aponta para cima, ou força de sustentação.

A geometria do perfil aerodinâmico ou aerofólio influencia diretamente na força de sustentação gerada pelo mesmo. Curvaturas maiores no extradorso do perfil proporcionam mais sustentação. Do mesmo modo, perfis mais espessos geram mais sustentação que perfis mais finos. Existe ainda uma classificação para o formato do perfil, podendo ser simétricos e assimétricos, cada qual para uma aplicação diferente.

A força resultante de sustentação gerada ao longo da asa tem, para estudo, um ponto específico em que é aplicada, localizado sobre a corda do perfil, conhecido como centro de pressão (CP). Neste mesmo ponto também é aplicada a força de arrasto, que, juntamente com a sustentação geram a resultante aerodinâmica (RA).



Fonte: Homa, 2002 adaptado

**II Arrasto:** Um corpo que se desloca dentro de uma massa de ar está sujeito à uma força contrária a este deslocamento, conhecida por resistência ao avanço ou arrasto (D, do inglês drag). Ele é sempre perpendicular à sustentação. O arrasto é produzido pela redução da pressão que ocorre na parte de trás do corpo, que está associada à desordem dos filetes de ar que não conseguem acompanhar toda a curvatura do corpo, principalmente pelo formato do perfil ou por sua posição, conforme ilustrado na figura abaixo.

O arrasto em um aerofólio em deslocamento pode ser classificado como:

- Arrasto parasita: O arrasto parasita é a soma dos arrastos produzidos pelos diversos componentes da aeronave;
- Arrasto induzido: O arrasto induzido está diretamente relacionado à geração de sustentação pelo aerofólio. É o resultado da diferença de pressão entre a parte superior e a parte inferior do perfil. Uma corrente de ar flui, da área de maior pressão (intradorso) para a área de menor pressão (extradorso), pela ponta da asa, gerando um turbilhonamento ou vórtice neste local, o que causa uma resistência ao avanço da aeronave. O arrasto induzido é consequência da geração do vórtice de ponta de asa, que influi diretamente na ocorrência da deriva, discutida em módulo posterior.

**III Peso:** O peso tem direção oposta à sustentação. Assim, quanto maior for o peso de uma aeronave, uma maior sustentação é exigida para o seu voo. Alguns conceitos sobre peso e carga interessam aos pilotos:

- Peso vazio: O peso vazio inclui a estrutura da aeronave, motores, trens de pouso, equipamento fixo, aviônica ou qualquer outra coisa que não seja considerada parte da tripulação, carga útil ou combustível;
- Carga útil: É o peso total da carga colocada dentro da aeronave, o que inclui tripulação, passageiros, bagagem, combustível, etc...

#### OBSERVAÇÃO

Nas aeronaves da Agro Aviation a carga útil é composta por combustível mais defensivo agrícola.

- Peso máximo de decolagem (PMD): É a soma do peso vazio mais carga útil. O PMD é estabelecido durante a fase de projeto da aeronave, sendo calculado em função de sua área alar (área das asas), do motor utilizado, da resistência estrutural, etc. Se o PMD for excedido, todos os parâmetros de desempenho da aeronave são modificados (a corrida de decolagem e a velocidade de estol aumentarão e a razão de subida diminuirá, por exemplo). O mais importante, no entanto, é que se o PMD for excedido, o limite de carga (ou força G máxima admissível) diminuirá, e a estrutura da aeronave pode não suportar o aumento dessa força em manobras como curvas ou recuperação de mergulho.

**IV Tração:** A força de tração se opõe à força de arrasto e deve ser suficientemente grande a ponto de vencê-la. A tração é gerada na hélice da aeronave a partir da potência do motor. Deve produzir uma velocidade acima da velocidade de estol para que haja sustentação necessária e o voo seja possível.

O grupo motopropulsor é o responsável pela geração de tração na aeronave. Soma-se a potência produzida pelo motor com a capacidade propulsiva da hélice. Esta capacidade propulsiva resulta em tração. Uma hélice deve ser bem dimensionada para oferecer à aeronave uma tração necessária, sendo assim, para uma determinada aeronave, uma hélice com tração insuficiente leva a uma maior corrida de decolagem (necessitando de um maior comprimento de pista), não mantém uma velocidade desejável e nem razão de subida. É nítida a importância de uma hélice bem dimensionada para o melhor desempenho da aeronave.

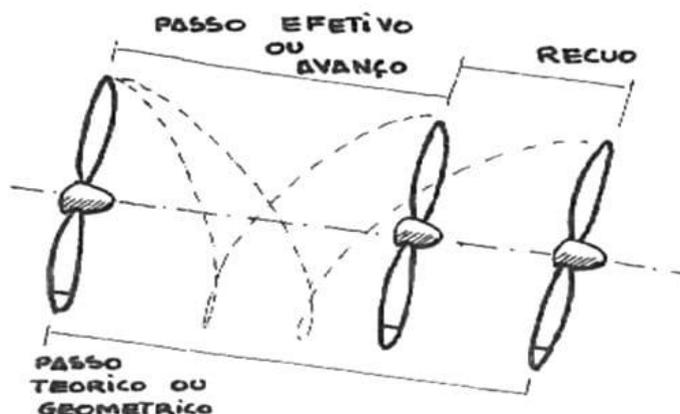
**Potência do motor:** Cada motor é projetado para produzir uma determinada potência, geralmente dada em hp. A força produzida pelo motor somente será efetiva se a hélice estiver em sintonia com as características daquele motor.

Potência é uma grandeza física que, por definição, representa a quantidade de energia concedida ou consumida por unidade de tempo. Existem vários tipos de potência que são citadas abaixo:

- **Potência efetiva:** É a potência medida no eixo da hélice. Se a hélice não for adequada ao motor, ela pode não gerar a tração necessária ou o desempenho esperado para o voo da aeronave;
- **Potência nominal:** É a máxima potência efetiva projetada para o motor;
- **Potência útil:** É a potência de tração da hélice. Essa é a potência que mais interessa ao piloto e, se for suficiente, resulta no voo da aeronave.

**Hélice:** A hélice é um artefato composto por aerofólios, ou perfis aerodinâmicos, que, em rotação, são capazes de gerar sustentação. Essa força de sustentação perpendicular ao plano em que a hélice se desloca recebe o nome de tração. Ela funciona como a rosca de um parafuso, gira e avança ao mesmo tempo, tracionando a aeronave. A hélice tem o mesmo princípio de funcionamento e os mesmos elementos de uma asa. A cada rotação, a hélice avança uma determinada distância. A medida linear desse espaço percorrido é conhecida por passo da hélice. A seguir são definidas algumas grandezas importantes:

- **Passo teórico:** Se o avanço da hélice ocorre em um meio sólido, o espaço percorrido pode ser geometricamente calculado, indicando o passo teórico;
- **Passo efetivo:** Como o meio em que a hélice trabalha é um meio gasoso e não sólido, o espaço percorrido em seu avanço é menor devido a um “escorregamento” causado pelo efeito da compressibilidade do ar. Esse espaço percorrido é denominado passo efetivo;
- **Recuo da hélice:** A diferença entre o passo teórico e o passo efetivo é denominado recuo da hélice, como demonstrado na figura abaixo:



- **Passo máximo da hélice:** O passo máximo é aquele no qual a hélice percorre a maior distância possível ao dar uma volta ao redor do próprio eixo. Tem ligação com a torção das pás da hélice. Quanto mais torcidas são as pás de uma hélice, maior será o seu passo. Existem algumas configurações de voo em que uma hélice de maior passo se faz necessária para um melhor desempenho da aeronave, como nas condições de cruzeiro e descida. No cruzeiro, por exemplo, o passo máximo é usado porque nessa configuração de voo a aeronave está nivelada, o que não exige muita potência do motor (RPM). Com um passo maior, uma maior massa de ar é manipulada pela pá da hélice, o que aumenta o esforço sobre o motor (massa de ar deslocada elevada). Com uma mesma potência, a tendência da rotação do motor é diminuir (RPM).
- **Passo mínimo da hélice:** O passo mínimo é aquele no qual a hélice percorre a menor distância possível ao dar uma volta ao redor do próprio eixo. No passo mínimo a hélice é menos torcida, com isso as pás da hélice manipulam uma menor quantidade de ar a cada rotação. Essa menor massa de ar deslocada (carga mais leve) permite ao motor girar em alta rotação (RPM), produzindo assim uma maior tração na aeronave. Existem algumas configurações de voo em que uma hélice de menor passo é mais eficiente, como decolagem e subida, situações em que a aeronave necessita de mais força para avançar.

## 1.2.2.4 Generalidades

### I Peso e balanceamento

A teoria do peso e balanceamento provém da teoria da alavanca. Uma alavanca está em equilíbrio ou balanceada quando está em repouso e nivelada sobre seu ponto de apoio. A força peso influencia diretamente o balanceamento através da distância do seu ponto de aplicação até o ponto de apoio. Para balancear a alavanca, o peso deve ser distribuído a fim de que o efeito de rotação seja o mesmo para ambos os lados. De modo geral, um peso menor e distante do ponto de apoio tem o mesmo efeito que um peso maior e próximo ao ponto de apoio. Similarmente, uma aeronave está balanceada se ela permanecer nivelada quando suspensa por um ponto imaginário. Ponto este conhecido por CG.

O Centro de gravidade (CG), também conhecido como centro de massa, é a posição média da massa de toda a aeronave. É neste ponto que a força da gravidade aplicada sobre toda a aeronave se concentra. Não é um ponto fixo, podendo de mover à medida que massas são acrescentadas ou subtraídas da aeronave.

Cada aeronave tem um deslocamento tolerável, tanto para frente quanto para trás, do seu centro de gravidade, conhecido por passeio de CG. O balanceamento correto da aeronave evita dificuldades no comando, principalmente durante situações de emergência. A configuração mais crítica de comando é quando o CG fica próximo a seu limite traseiro. Uma emergência nesta situação, como falha do motor, pode ser crítica já que um CG traseiro pode dificultar o voo planado e a aeronave tende a entrar em parafuso chato, com o nariz girando próximo à linha do horizonte.

O piloto percebe quando o centro de gravidade está à frente de sua posição original no momento em que a aeronave está toda para trás e ainda precisa exercer uma pressão para trás no manche. Com CG traseiro ocorre justamente o contrário, quando o compensador ficar todo para a frente e ainda for necessário exercer uma pressão para frente no manche.

## II Voo

**Voo ascendente:** Num voo ascendente, uma aeronave terá duas componentes de velocidade, a velocidade horizontal e a razão de subida (que é a velocidade com a qual a aeronave ganha altitude). A colocação do nariz da aeronave para cima nem sempre resulta em maior razão de subida. Um grande ângulo de atitude com pouca razão de subida indica que a velocidade, naquele momento, não é a melhor velocidade para a configuração de ganho de altitude e que o arrasto é excessivo. Nesse caso, se o ângulo de ataque for excessivo (próximo ao ângulo crítico) ocorrerá o estol.

**Voo nivelado:** Em voo reto horizontal, com velocidade constante, todas as forças se equilibram: a sustentação é igual ao peso e a tração é igual ao arrasto.

Ao terminar a subida, para voltar ao voo nivelado, deve-se diminuir o ângulo de atitude até que o ângulo de subida se torne nulo. Isso também diminuirá o ângulo de ataque, levando à diminuição do arrasto. Como consequência, a velocidade da aeronave aumenta até atingir a velocidade de cruzeiro. Antes de reduzir a potência do motor para a potência de cruzeiro, deve-se permitir o aumento de velocidade por um tempo, visando "desembarrigar" a aeronave.

A atitude do nariz da aeronave (representada pelo ângulo de ataque) levará a uma diferença de velocidades durante o cruzeiro. Com um ângulo de ataque menor a velocidade é mais elevada, enquanto que com um ângulo de ataque maior a velocidade é mais baixa.

**Voo em curva:** Curva é a mudança coordenada da direção de voo da aeronave. Para realizar uma curva utilizam-se os comandos dos ailerons (que inclinam as asas), do profundor (que cabra a aeronave ao aumentar o ângulo de ataque) e do leme de direção (que elimina a guinada adversa). A guinada adversa oriunda do efeito de recuo da asa, responsável por aumentar o arrasto ao se comandar os ailerons.

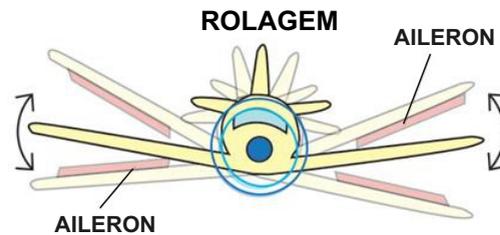
Um objeto em movimento circular somente mantém esse movimento por efeito da força centrípeta, que se opõe à força centrífuga cujo efeito tende a afastar o corpo do centro da curva. Em curva, a aeronave perde parte da sustentação ao opor-se à força centrífuga (a força centrífuga se origina como uma componente da força de sustentação), sendo que, para que o voo se mantenha nivelado, deve-se cabrar a aeronave e aplicar mais potência no motor, vencendo o arrasto.

Em curvas de raios idênticos, quanto mais veloz estiver a aeronave, maior a inclinação necessária. Em curvas feitas com velocidades idênticas, quanto maior for o raio da curva menor será a inclinação aplicada na aeronave. Toda aeronave tem, em função de sua potência, um limite de inclinação para curvas niveladas em velocidades constantes. Uma curva bem executada é chamada "coordenada" e ocorre quando o leme de direção é aplicado na medida exata para contrabalançar a guinada adversa.

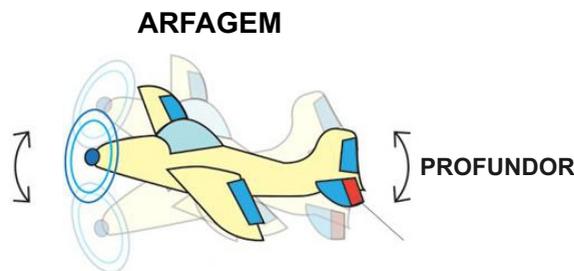
### III Comandos

A aeronave movimenta-se em torno de três eixos imaginários que passam pelo seu centro de gravidade. Abaixo serão especificados os comandos responsáveis pelo movimento da aeronave ao redor desses eixos:

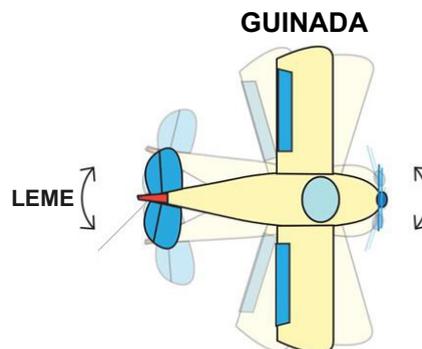
- **Eixo longitudinal:** O movimento sobre o eixo longitudinal é comandado pelos ailerons, através do acionamento do manche para a esquerda ou direita. Este tipo de movimento chama-se **rolagem** e é ilustrado na figura abaixo:



- **Eixo transversal:** O movimento sobre o eixo transversal é comandado pelo manche, movimentando o profundor, com seu acionamento para cima ou para baixo. Este tipo de movimento chama-se **arfagem** e é ilustrado na figura abaixo:



**Eixo vertical:** O movimento em torno do eixo vertical é feito pelo leme e comandado pelos pedais. Este tipo de movimento chama-se **guinada** e faz com que a cauda se desloque para a esquerda ou direita. O pé direito descola a cauda para a esquerda, fazendo com que o nariz da aeronave guine para a direita. O pé esquerdo desloca a cauda para a direita, fazendo com que o nariz da aeronave guine para a esquerda. Este tipo de movimento é ilustrado na figura abaixo:



### 1.3. O mercado de ARP no Brasil

O Brasil ocupa um lugar de destaque no mundo em se tratando de RPAS e, além disso, é um setor em franca expansão. Nos primeiros cinco anos após o início da divulgação da quantidade de máquinas pela ANAC, o número de RPAS no Brasil saltou de 27,8 mil para 94 mil unidades. Este número é ainda maior ao levar em consideração o fato de que apenas RPAS com peso máximo de decolagem superior a 250 gramas precisam ser registradas no sistema do dito órgão regulador.



O rápido crescimento que vem experimentando o mercado de RPAS afeta diversos setores da economia, e aumenta as oportunidades de novas plataformas de negócios por todo o país, com serviços que outrora eram desconhecidos e até mesmo inimagináveis. O mercado de RPAS se divide basicamente em dois: para uso profissional e de recreação.

RPAS vem sendo utilizados profissionalmente em setores como fotografia e filmagem, topografia, agrimensura, agricultura, florestas, meio ambiente e diversas áreas da engenharia. De uma forma geral, os RPAS permitem que tarefas técnicas sejam feitas de forma mais rápida, segura, econômica e com qualidade superior ao que era possível antes de aparecerem no mercado. Do mapeamento, passando pelo acompanhamento de obras, monitoramento e pulverização agrícola, inspeção em edifícios, transporte de mercadorias, filmagens e fotografias, os RPAS se reinventam e encontram setores passíveis de exploração a cada dia, trazendo ótimas perspectivas para o mercado nacional.

O Brasil é hoje o principal mercado de RPAS na América Latina, com faturamento anual próximo a meio bilhão de dólares. Mais opções, ampliação do público-alvo e principalmente barateamento são as principais razões para o boom observado no mercado de RPAS nos últimos anos. Também é preciso levar em consideração a evolução dos hardwares utilizados e dos softwares implementados.

### 1.4. Usos de ARP na agricultura

Um dos setores que vem sendo continuamente explorado pelos RPA, ganhando destaque, é o agronegócio. O RPA pode ser utilizado na agricultura no monitoramento do crescimento, controle de pragas e de invasores, mapeamento, semeadura, topografia, etc., como pode ser resumido na próxima tabela.

A pulverização de plantações também pode ser otimizada pelo uso de RPA. Com este tipo de equipamento, fica mais fácil calcular a distribuição dos aditivos químicos de forma mais eficiente, sem desperdício ou exagero e, além disso, diminui consideravelmente a área afetada pela passagem do maquinário destinado à pulverização na lavoura. Vale dizer que o RPA agrícola não substitui as aeronaves convencionais agrícolas, mas juntamente com eles, soma forças e possibilitam aplicações jamais antes sonhadas.

Atualmente, a área agricultável utilizada no Brasil é de aproximadamente 70 milhões de hectares, correspondendo a menos de 8% do território nacional, porém, existem ainda cerca de 500 milhões de hectares de áreas disponíveis para a agricultura a serem utilizadas, o que demonstra a grande aptidão nacional à novas tecnologias que visam o aproveitamento cada vez maior de tais áreas.

## USOS DE RPA NA AGRICULTURA

Análise da plantação	Um dos principais usos das RPA, são utilizadas para realizar a análise da plantação, detecção de doenças ou pragas, falhas no plantio ou excesso/falta de irrigação. Por meio de um software é possível fazer a análise das imagens capturadas;
Demarcação do plantio	Proporciona uma visão do todo de forma ágil e fácil, dessa forma as imagens capturadas poderão auxiliar em quais áreas do campo serão mais propícias ao plantio;
Acompanhamento da safra	Sobrevoa a plantação com a frequência desejada pelo produtor, realiza a captura de imagens e a análise cronológica no computador, assim é possível verificar o desenvolvimento da safra e se a lavoura está desenvolvendo como esperado;
Pulverização	É um dos principais fatores quando se busca o máximo potencial de cultivo, a aplicação é realizada pela RPA, o que é mais eficiente pela proximidade com as plantas e, ao mesmo tempo, mais segura por não ser tripulado por um piloto.
Acompanhamento de campo	Por meio da utilização da RPA é possível verificar quais pastos necessitam de reformas e quais estão viáveis para o uso. Se for necessária uma análise mais detalhada, é possível que a RPA realize coletas de solo de pontos estratégicos escolhidos pelo produtor, as quais serão analisadas em laboratório;
Monitorar desmatamento	Utilizando RPA é possível oferecer uma ampla visão de locais que sejam de difícil acesso, verificar os locais que estejam ocorrendo desmatamento e tomar as ações corretivas, uma vez que terá localização precisa;
Nascente de águas	Uma vez que as RPA podem sobrevoar grandes áreas e locais de difícil acesso, esses também podem entrar em matas fechadas de difícil acesso e localizar origem de águas/nascentes;
Abertura de estradas	Sobrevoando locais de mata fechada, é possível, por meio de uma análise do voo, verificar e determinar quais as melhores coordenadas para abertura de estradas;
Vigilância	Seu uso pode estar atrelado na adoção no campo/fazenda para vigiar e monitorar as divisas da propriedade;
Focos de incêndio	As RPA podem sobrevoar os incêndios, descobrir e controlar os focos de fogo, uma vez que a proximidade para humanos com o fogo é difícil e perigosa;
Telemetria/Topografia	É possível realizar medições no campo por meio das imagens capturadas pelas RPA.

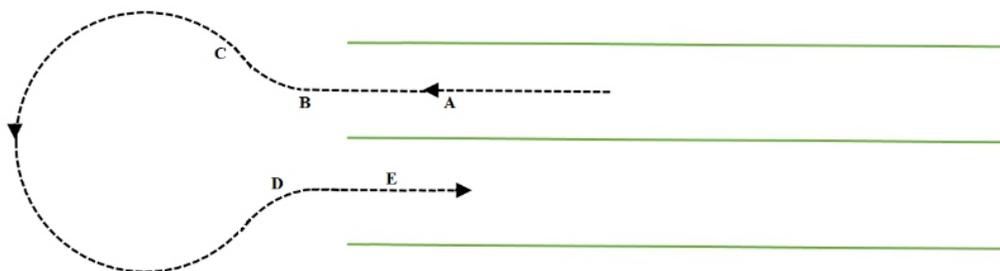


Um dos principais usos de RPAS na agricultura é de fato a pulverização. As operações de aplicação aérea consistem na pulverização e dispensa de material de aeronaves em voo baixo, por isso, tais aeronaves devem possuir bom desempenho de voo nessas circunstâncias. As ARP são aeronaves extremamente versáteis em voo baixo principalmente devido as características do efeito solo. A dispensa de materiais, inclui inseticidas, pesticidas, herbicidas, fertilizantes, sementes, substâncias de controle de fogo e muitos outros materiais potencialmente tóxicos. A dispensa ou descarga (termos doravante intercambiáveis), em voos de baixa altura é bastante perigoso devido à proximidade do solo com repetidas manobras baixo de alto potencial de colisão. O uso de RPA, portanto, surge como uma alternativa mais segura haja vista a dispensa de um piloto a bordo da aeronave.

### 1.4.1 O voo aeroagrícola

O voo agrícola é um voo de baixa altitude dotado de manobra típica denominada "balão". Trata-se de um procedimento de curva de retorno após o tiro de pulverização. Existem dois tipos de curvas de retorno. O primeiro tipo é a curva clássica, o "Back to Back" e o segundo tipo é um procedimento conhecido por "Fechado" ou "Racetrack". A curva clássica é ilustrada na figura abaixo e se procede da seguinte forma:

Do ponto "A" ao ponto "B" inicia-se uma subida. Deste modo a possibilidade de atingir algum obstáculo é evitado. Esta subida é mantida do ponto "B" para "C" enquanto a aeronave faz uma curva de aproximadamente 45°. No ponto "C" uma curva coordenada é realizada para a direção oposta. A aeronave sai da curva no ponto "D". Deste ponto em diante, é feita uma descendente e no ponto "E" é iniciado o tiro de pulverização. Drones multirrotores podem comportar-se de maneira diferente a depender da configuração de voo.



*Manobra balão de voo agrícola (asa fixa)*

## 1.5. Legislação sobre ARP no Brasil

### 1.5.1. Introdução à regularização

Para voar com um drone é necessário seguir vários procedimentos. O fato é que, assim como os demais veículos em circulação, os veículos aéreos remotamente pilotados precisam seguir uma série de regras e leis de trânsito aéreo. As semelhanças com a legislação quanto à condução dos demais veículos conhecidos existe: caso haja desobediência de alguma regra ou não cumprimento de regulamentações necessárias, o operador sofrerá multa e outras penalidades.

A lei 7.565/1986, do Código Brasileiro de Aeronáutica (CBA), em seu artigo 289, regulamenta a aplicação de multa, suspensão ou cassação de certificados, licenças ou autorizações, e até detenção quando o infringir as orientações da legislação em vigor. O Código Penal também pode ser evocado no caso de acidentes e problemas relacionados ao mau uso de RPA: "O uso inadequado do espaço aéreo pode gerar a responsabilização do condutor por crimes de perigo para a vida ou saúde de outrem, ou atentado contra a segurança de transporte marítimo, fluvial ou aéreo, previstos nos artigos 132 e 261 do Código Penal. E, ainda, pode se inserir na contravenção penal, relativamente à direção do equipamento sem estar devidamente licenciado e a entregar-se na prática da aviação, a acrobacias ou a voos baixos, fora da zona em que a lei o permite, ou fazer descer a aeronave fora dos lugares destinados a esse fim, conforme os artigos 33 e 35 da Lei das Contravenções Penais. Desta forma, é necessário que o piloto tenha conhecimento de alguns pontos.

As legislações pertinentes ao tema são norteadas por:

- **ICA – Instrução do comando da aeronáutica:** São a publicações destinadas a divulgar regras, preceitos, critérios, programas de trabalho, recomendações e procedimentos diversos, de caráter determinativo e diretivo, visando facilitar, de maneira inequívoca, a aplicação de leis, decretos, portarias e regulamentos;
- **MCA – Manual do comando da aeronáutica:** Manuais que indicam diretrizes ou regras sobre como usar algo de maneira sistemática;
- **RBAC – Regulamento brasileiro da aviação civil:** Regulamentos aplicados à prática de qualquer atividade aérea;
- **IS – Instrução suplementar:** Normas suplementares, de caráter geral e abstrato com efeito externo ou externo e interno, objetivando esclarecer, detalhar e orientar a aplicação de requisito existente em RBAC.
- **Código Brasileiro Aeronáutico:** Conjunto de leis que rege o direito aeronáutico em todo território brasileiro;
- **Decretos:** Atos normativos emitidos pelo Poder Executivo, seja no âmbito federal, estadual ou municipal, para regulamentar leis ou tratar de assuntos de sua competência administrativa. Os decretos têm força de lei e são utilizados para detalhar e operacionalizar as disposições contidas nas leis, bem como para organizar e disciplinar a administração pública;
- **Portarias e Instruções Normativas:** São documentos oficiais compostos por atos administrativos normativos que contém ordens/instruções acerca da aplicação de leis ou regulamentos, recomendações de caráter geral e normas sobre a execução de serviços.

Para efeito de consulta, as principais legislações que ampara a operação de veículos aéreos não tripulados de uso agrícola são: ICA 100-40, ICA 100-12, MCA 56-1, MCA 56-2, MCA 56-3, MCA 56-4, RBAC-E94, RBAC 45, IS 94-003, Código Brasileiro Aeronáutico (Lei 7565/1986), Decreto 86.765 de 22 de dezembro de 1981, Instrução Normativa MAPA Nº2 de 3 de janeiro de 2008), Portaria 298 de 22 de setembro de 2021. Inclui-se também a chamada "Legislação de Agrotóxicos", norteadada pela Lei 7802 de 11 de julho de 1989 para o caso de aplicação de defensivos agrícolas.

O espaço aéreo é uma área de interesse público e finito, bem como estratégico para a defesa nacional. Sendo assim, todo e qualquer equipamento ou artefato que acesse o espaço aéreo deve atender às legislações pertinentes. Dessa forma é possível coordenar e garantir a segurança dos demais usuários do espaço aéreo. Para o caso da operação de veículo aéreo remotamente pilotado, é necessária a regulamentação em três órgãos públicos competentes: ANATEL, ANAC e DECEA. Soma-se a estas três entidades o MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e abastecimento) quanto tratamos de drones com aplicações agrícolas.



### 1.5.2. ANATEL

A Agência Nacional de Telecomunicações – ANATEL é a agência nacional responsável pela outorga, regulamentação e fiscalização de serviços de telecomunicações.

O drone precisa ser homologado pelo órgão para garantir que os equipamentos operem em frequências compatíveis com a regulamentação brasileira. Um drone homologado não causa interferência em outros serviços, como o Controle de Tráfego Aéreo ou redes de comunicação móvel (celulares). A homologação também é importante para otimizar a segurança dos usuários, minimizar o risco de choques elétricos, a exposição a campos eletromagnéticos acima dos limites recomendados pela OMS (Organização Mundial da Saúde), proteger contra vazamento de materiais tóxicos, explosões, entre outras utilidades.

Existe um manual que contém orientações sobre todos os procedimentos necessários para homologação de drones via SEI (Sistema Eletrônico de Informação). Este manual pode ser acessado através do QR Code a seguir:



A ANATEL disponibiliza ainda uma lista com drones importados aptos para serem homologados por meio da Declaração de Conformidade para Uso Próprio, no sistema SEI e também uma lista de drones não conformes que não podem ser homologados da mesma forma.

Basicamente, após cadastro de usuário externo no SEI (Serviço eletrônico de Informações), é necessário criar um novo petiçãoamento. Em seguida, um Requerimento de Homologação de Drone que deve ser preenchido com as seguintes informações: modelo, nome comercial e número de série. Também é necessário adicionar um relatório fotográfico.

#### ATENÇÃO

A homologação na ANATEL é intransferível e deve ser realizada a cada novo proprietário

### 1.5.3. ANAC

A Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC é uma das agências federais do país, criada para regular e fiscalizar as atividades da aviação civil e a infraestrutura aeronáutica e aeroportuária no país além de realizar o controle em relação aos procedimentos de autorização de uso de aeronaves, sejam elas tripuladas ou não.

A seguir, serão apresentados alguns pontos necessários ao conhecimento do profissional de pilotagem, com relação à legislação amparada pela agência. Sobre as responsabilidades do piloto, a saber, segundo a ANAC: "O piloto remoto em comando de uma aeronave não tripulada é diretamente responsável pela condução segura da aeronave, pelas consequências advindas, e tem autoridade final por sua operação". O piloto remoto é definido como a pessoa que manipula os controles de voo de uma aeronave não tripulada.

#### 1.5.3.1. Classificação quanto ao peso de decolagem e tipo de operação

O drone (outrora definido como RPA) é classificado de acordo com o peso máximo de decolagem (PMD) da seguinte maneira:

- **Classe 1:** RPA com PMD maior que 150 kg;
- **Classe 2:** RPA com PMD maior que 25 kg e menor que 150 kg;
- **Classe 3:** RPA com PMD menor ou igual a 25 kg.

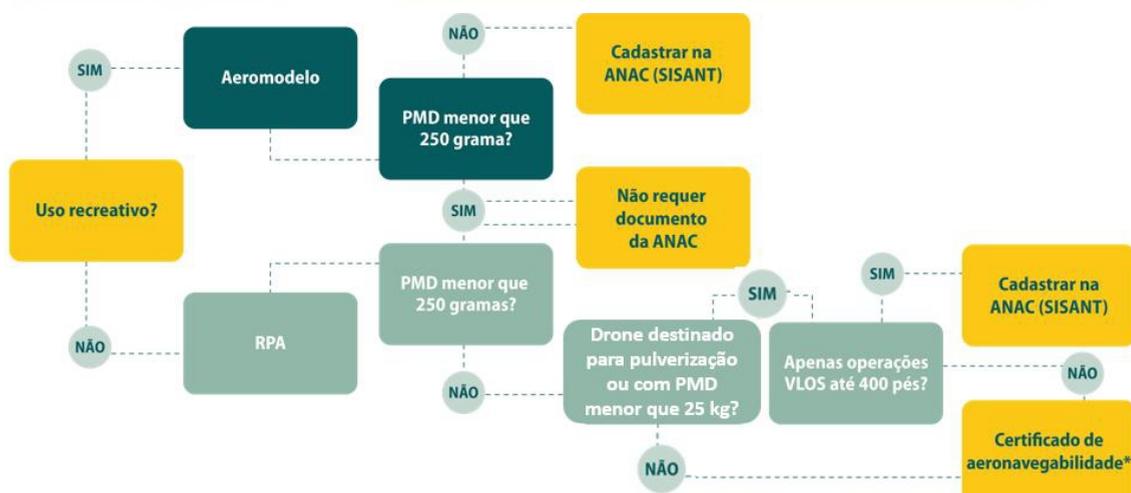
O drone durante a aplicação de agrotóxicos e afins, adjuvantes, fertilizantes, inoculantes, corretivos e sementes sobre áreas desabitadas são classificados para fins deste regulamento como Classe 3, independentemente do peso máximo de decolagem da RPA, desde que operando VLOS ou EVLOS e até 400 pés AGL. Esta atualização foi aprovada através da Emenda Nº 03 ao Regulamento Brasileiro de Aviação Civil Especial RBAC-E nº 94 a partir da Resolução Nº 710 de 31 de março de 2023.

#### NOTA

Drones agrícolas são classificados como Classe 3, independentemente de seu PMD

Além disso, a operação da RPA é classificada de acordo com o tipo de visada (modo de pilotagem que considera o campo de visão do piloto), que se divide em BVLOS, VLOS e EVLOS: É denominada **BVLOS** a operação na qual o piloto não consegue manter a RPA dentro de seu alcance visual, mesmo com a ajuda de observador. Por outro lado, no modo **VLOS**, o piloto mantém a RPA sempre em vista (sem auxílio de lentes ou outros equipamentos). Já no formato de voo chamado **EVLOS**, o piloto remoto só é capaz de avistar diretamente a RPA com lentes ou outros equipamentos e precisa do auxílio de observadores. Um observador é uma pessoa que, sem o auxílio de equipamentos ou lentes (exceto as corretivas), auxilia o piloto remoto na condução segura do voo, mantendo contato visual direto com a RPA.

O peso máximo de decolagem aliado ao tipo de visada na operação e, e em alguns casos, a altura de voo, determinam o modo como uma RPA é regulamentada, como pode ser visto na figuras a seguir.



\* As aeronaves que recebem um certificado de aeronavegabilidade precisam ser registradas na ANAC e, além do seu próprio certificado de aeronavegabilidade, receberão um Certificado de Matrícula ou Certificado de Marca Experimental.

Fonte: ANAC (legislação peso)

### 1.5.3.2. Requisitos para piloto remoto e observador

O RBAC-E 94 determina os seguintes requisitos para que a pilotagem seja possível, são eles:

- **Idade:** Todos os pilotos remotos e observadores de RPA devem ser maiores de 18 anos;
- **Certificado Médico Aeronáutico (CMA):** Todos os pilotos remotos de RPA Classe 1 ou 2 devem possuir um Certificado Médico Aeronáutico (CMA) de 1ª, 2ª ou 5ª Classe válido, conforme o parágrafo 67.13(g) do RBAC nº 67, ou um CMA de 3ª Classe válido emitido pelo Comando da Aeronáutica segundo a ICA 63-15.
- **Licença e habilitação:** Todos os pilotos remotos que atuarem em operações acima de 400 pés acima do nível do solo (*Above Ground Level – AGL*), ou que atuarem em operações de RPAS Classe 1 ou 2, devem possuir licença e habilitação emitida ou validada pela ANAC. A ANAC determinará, para cada tipo de operação, os critérios aceitáveis para a emissão da licença e habilitação apropriadas.

#### LEMBRE-SE

Drones agrícolas são classificados como Classe 3, independentemente de seu PMD

### 1.5.3.3. Porte obrigatório de documentos

A menos que se trate de uma RPA com peso máximo de decolagem menor ou igual a 250 gramas, é necessário que o piloto remoto porte os seguintes documentos durante toda a operação:

- **Certidão de Cadastro e o Certificado de Matrícula.**

Para RPA Classe 2 ou 3, o cadastro é feito por meio do sistema SISANT, no qual o usuário deve preencher todas as informações solicitadas. Após completar o cadastro o operador receberá um e-mail com seus dados de acesso ao sistema, e assim poderá imprimir sua certidão.

Mais informações no site [www.gov.br/anac](http://www.gov.br/anac) ou no QR Code:



A saber: Para RPA Classe 1, o processo de obtenção do Certificado de Matrícula é mais complexo. Devem ser registradas atendendo ao disposto na Resolução nº 293 de 9 de novembro de 2013, que dispõe sobre o Registro Aeronáutico Brasileiro. O cadastro tem validade de 24 meses e deverá ser revalidado em até 6 meses após fim do prazo sob a pena de inativação. No caso de venda do drone, deve ser realizada a transferência de propriedade no mesmo portal.

- **Certificado de Aeronavegabilidade válido**

A menos que se trate de uma RPA Classe 3 (ou drone agrícola) que opere VLOS ou abaixo de 400 pés AGL, todas as demais necessitam de Certificado de Aeronavegabilidade. Deve-se observar ao disposto na Subparte F do RBAC-E nº 94 que trata de Certificados de Aeronavegabilidade para RPA e atender aos requisitos conforme aplicáveis. O proprietário deverá solicitar ao fabricante uma declaração de que aquele sistema de RPA específico está de acordo com o projeto autorizado pela ANAC. Essa declaração deve ser apresentada no momento da solicitação de emissão do certificado. Deve-se ainda ser observada a subparte G deste mesmo regulamento, que trata da Aeronavegabilidade Continuada de RPA.

- **Manual de voo**, emitido pelo fabricante;
- **Apólice de seguro ou certificado de seguro** com comprovante de pagamento, dentro da validade.

O operador deve procurar empresas ou profissionais do ramo e verificar se o seguro oferecido se encaixa nas exigências da ANAC.

O seguro com cobertura contra danos a terceiros, conhecido como seguro RETA (Responsabilidade de Transporte Aéreo), é obrigatório nas operações de uso não recreativo, em aeronaves não tripuladas com PMD acima de 250 gramas. Voar sem um seguro é infringir a lei, ficando o piloto, o contratante e a contratada sujeitos a responder nas esferas cível, administrativa e penal.

- Documento que contém a **avaliação de risco operacional**.

Para a elaboração de tal documento, deve-se seguir a Instrução Suplementar IS nº E94-003. A avaliação de Risco Operacional (ARO) deve ser elaborada considerando diversos cenários e possíveis riscos que podem ocorrer durante uma operação com RPA, pensando nos cuidados a serem tomados para evitar estas situações de risco. Deve-se pensar ainda nas ações de resposta caso estas situações ocorram, evitando danos potenciais a sua aeronave e especialmente a outras pessoas e bens.

- **Licença, habilitação e extrato do CMA** válidos.

## DRONES AGRÍCOLAS

Foi incluído pela Resolução nº 710, de 31.03.2023:

- Adicionalmente, os operadores e os fabricantes devem informar à ANAC qualquer caso de possível saída da área de voo autorizado.
- **NÃO SE APLICA:** Obrigatoriedade de possuir seguro com cobertura de danos a terceiros;

A seguir são resumidos alguns pontos a serem considerados durante a operação de uma RPA. Para um estudo mais completo deve-se atentar à Subparte B do RBAC-E nº 94.

A operação de RPA só é permitida em áreas distantes de terceiros, conforme permitido o uso do espaço aéreo pelo DECEA. Além disso, para RPA Classes 1 e 2, é responsabilidade do operador manter registros de todos os voos em formato aceitável pela ANAC.

A norma não estabelece modelo para o registro dos voos, mas esse registro deve conter no mínimo informações básicas que permitam determinar a aeronave que realizou o voo, o piloto remoto (e observadores, se for o caso), sua jornada, a data e hora do pouso e da decolagem, o tipo de operação, manutenção, ocorrências e assinatura (pode ser eletrônica) para validação dos dados. Podem ser adotados formatos de registro similares aos tradicionais diários de bordo de aeronaves tripuladas.

É proibida a operação autônoma de aeronaves não tripuladas. Também é proibido o transporte de pessoas, animais, artigos perigosos ou carga proibida por autoridade competente em aeronaves não tripuladas. Esta proibição, porém, não se aplica a artigos perigosos quando se destinem a lançamentos relacionados a atividades de agricultura, horticultura ou florestais ou sejam equipamentos eletrônicos que contenham baterias de lítio necessárias para seu funcionamento.

Em se tratando do posto de trabalho do piloto remoto, é necessário observar dois pontos:

- É necessária a presença de um piloto remoto durante todas as fases do voo, sendo admitida a troca do piloto remoto em comando durante a operação;
- Um piloto remoto somente pode operar um único RPAS por vez, exceto se de outra forma autorizado pela ANAC. (Resolução nº 622, de 01.06.2021).

#### ATENÇÃO

Foram expostos alguns pontos de interesse quanto à legislação vigente segundo a ANAC. É indispensável a leitura completa das normas.

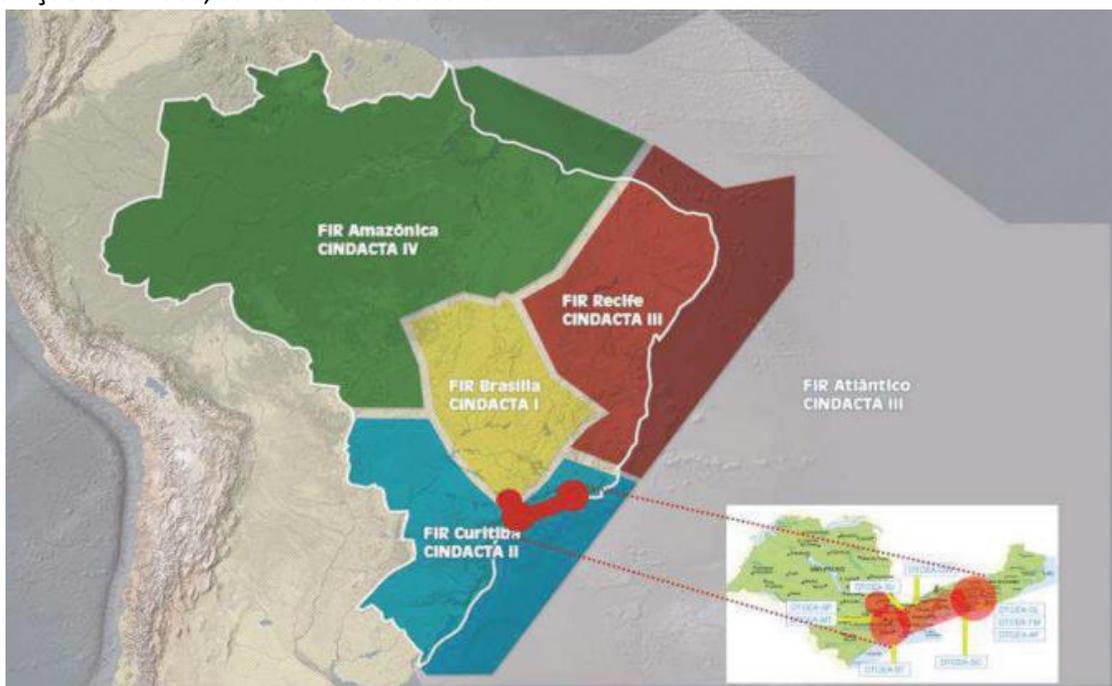
#### 1.5.4. DECEA

O Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) é uma entidade governamental militar do Comando da Aeronáutica brasileiro, que por sua vez é subordinada ao Ministério da Defesa. Sua missão é controlar o espaço aéreo brasileiro e fornecer serviços de navegação, que permite os voos e a ordenação dos fluxos de tráfego aéreo no país. O órgão é gestor do Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB) que abrange 13 organizações, responsáveis pela execução das metas e atribuições do DECEA.

Basicamente, enquanto a ANAC atua como regulamentadora, o DECEA opera fiscalizando os voos com base nas normativas da Agência Nacional. O Departamento considera qualquer objeto que se desprenda do chão e seja capaz de se sustentar no ar, que não seja para fins de recreação, sujeito às regras de acesso ao espaço aéreo brasileiro.

O DECEA possui, na sua estrutura, Órgãos Regionais, os quais desenvolvem atividades na Circulação Aérea Geral (CAG) e na Circulação Operacional Militar (COM), coordenando ações de gerenciamento e controle do espaço aéreo e de navegação aérea nas suas áreas de jurisdição.

Os Órgãos Regionais do DECEA são os CINDACTA I, II, III e IV e o SRPV-SP, com suas áreas de jurisdição definidas, como ilustrado abaixo:



Fonte: FAB. "Saiba mais sobre o voo de Aeronaves Remotamente Pilotadas"

Deve-se observar a ICA 100-40 que tem por finalidade regulamentar os procedimentos e responsabilidades necessários para o acesso seguro ao Espaço Aéreo Brasileiro por aeronaves não tripuladas. Nela, estão relacionadas, entre outros itens, as regras relativas ao uso em geral e à solicitação de autorização de voo para RPA no país.

Para tanto, o DECEA criou um site especialmente dedicado ao assunto. O **Portal DRONE/UAS** reúne documentações, informações, orientações e serviços aos pilotos de RPA. Ele pode ser acessado pelo site [www.decea.mil.br/drone](http://www.decea.mil.br/drone) ou pelo QR Code ao lado:



As solicitações de autorização de voo de RPA no País também podem ser realizadas no portal, por meio do acesso ao SARPAS (Sistema de Autorização para Acesso ao Espaço Aéreo por Aeronaves Não Tripuladas).

Depois de cumpridas todas as etapas de certificação e habilitação ou emissão da respectiva documentação, por parte das demais autoridades reguladoras, a solicitação para o acesso ao SARPAS pelo Requerente, seja Explorador/Operador, ao Órgão Regional do DECEA (CINDACTA I, II, III e IV e SRPV-SP) responsável pela área na qual a operação pretendida ocorrerá, por meio do link disponível na página do DECEA. Para que seja possível a utilização do SARPAS, o requerente deverá realizar o cadastro do usuário e apresentar o documento pertinente emitido pela ANAC.

No caso de perda e inativação do produto, o cadastro no sistema deve ser cancelado. Quando o drone é vendido, o cadastro deve ser cancelado e refeito no nome do novo proprietário.

### 1.5.5. MAPA

O uso de RPAS em atividades agropecuárias é regulamentado pelo **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento** (MAPA). Existem duas publicações a serem seguidas, que regulamentam toda e qualquer atividade envolvendo a pulverização aérea realizada por RPA: A primeira, e mais abrangente, é a Instrução Normativa nº 02 de 3 de janeiro de 2008 que trata das normas de trabalho da aviação agrícola. A segunda, mais específica, é a Portaria 298 de 22 de setembro de 2021, que estabelece regras para operação de RPAS destinadas à aplicação de agrotóxicos e afins, adjuvantes, fertilizantes, inoculantes, corretivos e sementes e, além disso, estabelece regras para cursos para formação aero agrícola remota, operadores, pilotos e aplicadores de defensivos no uso dessa tecnologia.

#### 1.5.5.1. Registro

Os operadores de ARP devem possuir registro junto ao MAPA através de requerimento no Sistema Integrado de Registro e Estabelecimentos agropecuários – SIPEAGRO. Entende-se, dentro do MAPA, por operadores de ARP: pessoa física ou jurídica, agricultor ou empresa rural, cooperativa, consórcio de produtores rurais, empresa prestadora de serviço e órgão governamental, tanto proprietário quanto arrendatário de ARP, que pretenda efetuar operações aeroagrícolas com aplicação de agrotóxicos e afins, adjuvantes, fertilizantes, inoculantes, corretivos e sementes.

Para obter registro, o operador de ARP deve possuir:

- Responsável técnico, engenheiro agrônomo ou engenheiro florestal, registrado no respectivo Conselho Profissional, encarregado pela coordenação das atividades específicas de sua área de atuação. Este item aplica-se apenas às pessoas jurídicas operadoras de RPA;
- Aplicador aeroagrícola remoto com CAAR (curso para aplicação aeroagrícola remota). Os profissionais com habilitação de coordenador ou técnico executor em aviação agrícola, comprovada mediante certificado de conclusão de curso, ficam dispensados do CAAR. O aplicador pode acumular a função de piloto remoto da ARP;
- ARP em situação regular junto à ANAC;

Para mais informações como documentos necessários e instruções para registro de operadores no sistema SIPEAGRO, acesse o QR Code ao lado:



Se qualquer alteração nos dados cadastrais for feita, deverá ser informada dentro do prazo máximo de trinta dias.

Após o registro, cada operador deverá remeter mensalmente, via SIPEAGRO, mesmo que não tenha ocorrido atividade no mês, o relatório das atividades executadas, conforme previsto na Instrução Normativa nº 02 de 3 de janeiro de 2008 e na Portaria nº 298, de 22 de setembro de 2021. No QR Code acima, existe ainda instruções detalhadas de como o preenchimento e o envio deve ser realizado. Existem 10 pontos a serem considerados no relatório:

- Data e hora de início e data e hora de término da aplicação;
- Coordenadas geográficas da área aplicada;
- Cultura a ser tratada;
- Área tratada em hectare(s);
- Tipo de atividade (aplicação de agrotóxico, de fertilizante, de inoculante, de corretivo, semeadura e outros);
- Marca comercial, volume e dosagem aplicada;
- Altura do voo;
- Dados meteorológicos (temperatura, umidade relativa do ar, direção e velocidade do vento durante a aplicação);
- Aeronave utilizada (identificação da ARP conforme ANAC);
- Tipo/modelo de ponta de pulverização utilizada.

#### ATENÇÃO

O relatório mensal deve ser disponibilizado ao MAPA até o décimo quinto dia do mês subsequente da realização das atividades.

#### 1.5.5.2. Portaria 298 de 22 de setembro de 2021

A Portaria estabelece regras para a operação de aeronaves remotamente pilotadas voltadas à pulverização, na qual se enquadram as RPA da Agro Aviation. O trecho seguinte, por exemplo, é de extrema relevância quanto à segurança operacional.

Não é permitida a aplicação aérea com ARP (a menos que o defensivo seja classificado como agente biológico ou produto fitossanitário, desde que não apresentem restrições) em áreas situadas a uma distância mínima de vinte metros de povoações, cidades, vilas, bairros, moradias isoladas (ressalvados os casos de produtos para controle de vetores), agrupamento de animais, de mananciais de captação de água para abastecimento de população, inclusive reservas legais e áreas de preservação permanente, além de outras áreas ambientais com larguras mínimas de proteção estabelecidas em legislação específica, caso não sejam áreas alvo da aplicação, devendo ser respeitadas ainda, quando couber, as restrições de distância constantes na recomendação do produto a ser aplicado.

Devem ser observados ainda no local da aplicação: placas de sinalização, equipamentos de proteção coletiva e individual, endereço e telefones para eventuais emergências.

A portaria aborda ainda outros assuntos pertinentes ao tema. A seguir será apresentado um resumo dos capítulos da referida portaria, de onde foi extraído o trecho acima:

#### IMPORTANTE

É imprescindível que o piloto consulte a Portaria na íntegra para maiores esclarecimentos e conhecimento da norma.

**Registro:** Os operadores de Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP) precisam registrar-se no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) por meio do Sistema Integrado de Produtos e Estabelecimentos Agropecuários (SIPEAGRO). Para obter o registro, devem possuir um responsável técnico registrado no conselho profissional, aplicador aeroagrícola remoto com Certificado de Autorização de Aplicação Aérea Remota (CAAR), e aeronaves registradas na ANAC. O registro requer documentos específicos, como contrato social, certificados de conclusão do CAAR, registro do responsável técnico e documentação da aeronave na ANAC. Proprietários de aeronaves agrícolas já registradas no MAPA que desejem operar com ARP precisam atualizar seu cadastro de acordo com a regulamentação.

As entidades de ensino interessadas em oferecer o Certificado de Autorização de Aplicação Aérea Remota (CAAR) devem solicitar seu registro por meio do SIPEAGRO, apresentando cópia do estatuto ou contrato social, comprovação de um profissional engenheiro agrônomo registrado no conselho de classe e com curso de coordenador em aviação agrícola, além do certificado de conclusão do curso mencionado. As entidades de ensino de cursos de aviação agrícola já registradas no MAPA que desejem oferecer o CAAR devem atualizar seu cadastro conforme as disposições da portaria.

**Segurança operacional e registro de dados:** O uso de drones para aplicação agrícola está sujeito a regras específicas visando a segurança operacional e ambiental:

- Restrições de distância: A aplicação com drones não é permitida a menos de 20 metros de áreas habitadas, mananciais, reservas legais, e outras áreas ambientais protegidas;
- Exceções: Algumas aplicações com agrotóxicos autorizados para uso na agricultura orgânica estão isentas das restrições;
- Medidas de segurança: Deve-se sinalizar a operação, garantir fácil acesso a extintores, equipamentos de primeiros socorros, e manter contato com hospitais;
- Proteção do operador: A equipe deve usar Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e coletes de sinalização;
- Registros: Os operadores devem manter registros detalhados de cada aplicação, incluindo data, local, produto utilizado, condições meteorológicas, entre outros;
- Relatórios mensais: Devem ser enviados ao MAPA até o décimo quinto dia do mês seguinte, contendo informações consolidadas das atividades realizadas;
- Descarte adequado: Os resíduos de calda de agrotóxicos e limpeza podem ser descartados na lavoura tratada, desde que diluídos em água e seguindo normas específicas de descarte e lavagem de embalagens.

**Curso para aplicação aeroagrícola remota:** As entidades de ensino registradas no MAPA devem submeter um projeto de execução do CAAR à Superintendência Federal de Agricultura, Pecuária e Abastecimento com pelo menos trinta dias de antecedência do início das aulas. O projeto deve conter informações como local, período, número de participantes, material didático, identificação do responsável pela instrução, metodologia de prova e modelo de prova. O curso pode ser realizado na modalidade de Ensino a Distância (EaD), mas a entidade deve garantir qualidade através de material e local adequados. Após a aprovação do projeto, o curso deve cumprir a carga horária mínima e requisitos de frequência e desempenho para aprovação. Após o curso, a entidade deve fornecer ao MAPA documentos que comprovem a realização do curso e os resultados dos alunos. O MAPA pode fiscalizar os cursos a qualquer momento, garantindo acesso irrestrito às instalações e materiais utilizados.

**Obrigações:** Os operadores de ARP registrados no MAPA devem apresentar relatórios mensais de atividades no SIPEAGRO, informar qualquer alteração dos dados cadastrais em até trinta dias, manter registros das aplicações, mapas de aplicação e receituários agrônômicos arquivados por no mínimo dois anos, e cumprir as exigências e prazos estabelecidos pela fiscalização do MAPA.

As entidades de ensino registradas no MAPA devem informar qualquer alteração dos dados do registro em até trinta dias, comunicar à SFA qualquer alteração do projeto de execução do CAAR antes do início do curso, manter arquivados o histórico dos cursos oferecidos por no mínimo cinco anos, e atender as exigências e prazos estabelecidos pela fiscalização do MAPA.

**Disposições finais:** O Art. 21 estabelece que agricultores e empresas rurais só podem usar ARP dentro de sua propriedade, proibindo a prestação de serviços a terceiros. O uso por cooperativas e consórcios de produtores rurais deve ser restrito às áreas dos cooperados. O Art. 22 prevê o cancelamento do registro do operador de ARP em caso de não cumprimento das exigências. O Art. 23 indica que o descumprimento da Portaria sujeita os infratores às sanções do Decreto nº 86.765/1981. O Art. 24 submete as operações com ARP a normas específicas sobre agrotóxicos. O Art. 25 estabelece equivalência entre aplicações com aeronaves tripuladas e ARP, respeitando recomendações de uso. O Art. 26 determina que o MAPA encaminhe documentos sobre irregularidades aos órgãos competentes. O Art. 27 dispensa instituições de ensino do cumprimento das exigências da Portaria para fins educacionais e científicos. O Art. 28 indica que os regulamentos do MAPA sobre aviação agrícola se aplicam subsidiariamente às operações de ARP.

### **1.5.5.3. Instrução Normativa nº 2 de 3 de janeiro de 2008**

Em suma, este documento oficial 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. É uma instrução mais abrangente, que aborda toda e qualquer atividade aeroagrícola. Serve de complemento àquilo que não é abordado na portaria referente a RPA.

É importante que o piloto remoto conheça os detalhes deste documento haja vista o cumprimento de normas estabelecidas objetivando a proteção às pessoas, bens e ao meio ambiente, por meio da redução de riscos oriundos do emprego de produtos de defesa agropecuária. Além disso, há uma série de modelos de relatórios e dados pertinentes à atividade.

### **1.5.6 Decreto 86.765 de 22 de dezembro de 1981**

O Decreto nº 86.765, de 22 de dezembro de 1981, regulamenta o Decreto-Lei nº 917, de 07 de outubro de 1969, que trata do emprego da aviação agrícola no Brasil. Algumas das principais disposições do decreto incluem:

- Competências do Ministério da Agricultura em propor políticas para a aviação agrícola e supervisionar suas atividades;
- Definição das atividades da aviação agrícola, incluindo aplicação de defensivos, semeadura, combate a incêndios, entre outros;
- Autorização para o Ministério da Agricultura firmar convênios com universidades e órgãos para cursos, pesquisas e experimentação na área;
- Registro e cadastro de empresas que operam na aviação agrícola, com requisitos específicos para obtenção do registro;

- Estabelecimento de cursos de treinamento para diferentes profissionais envolvidos na aviação agrícola;
- Regulamentação sobre a utilização de aeronaves e equipamentos, incluindo normas de segurança e fiscalização;
- Previsão de penalidades para o descumprimento das disposições do regulamento, incluindo multas, suspensão e cancelamento de registro;
- Criação de uma Comissão Especial para Assuntos de Aviação Agrícola para fornecer subsídios e sugerir medidas para aprimorar a regulamentação.

A seguir é apresentado um resumo de cada capítulo deste decreto. Vale lembrar que é imprescindível sua leitura na íntegra.

**Registro e cadastro de empresas:** O registro e cadastro das empresas de aviação agrícola são regulados pelos artigos 5º a 9º do decreto. As empresas que desejam explorar a aviação agrícola devem se registrar no Ministério da Agricultura, cumprindo uma série de exigências, como ter autorização do Ministério da Aeronáutica, possuir engenheiro agrônomo registrado, pilotos licenciados, técnicos em agropecuária, e aeronaves equipadas conforme os padrões técnicos estabelecidos. O pedido de registro deve ser enviado ao Delegado Federal de Agricultura e acompanhado de uma série de documentos, e qualquer alteração na documentação deve ser comunicada ao Ministério da Agricultura. Além disso, é instituído um cadastro geral das empresas no Ministério da Agricultura para fins de fiscalização, estatística e informação.

**Atividades de aviação agrícola:** O exercício das atividades de aviação agrícola pela iniciativa privada é permitido conforme o Artigo 10, desde que estejam em conformidade com as normas legais aplicáveis. Os órgãos da administração pública que possuam aeronaves agrícolas devem utilizá-las exclusivamente para pesquisa, treinamento e demonstração de técnicas agrícolas, de acordo com o Artigo 11. Os pilotos que operam aeronaves agrícolas devem possuir qualificação específica expedida pelo Ministério da Aeronáutica, conforme o Artigo 12. Os agricultores só podem utilizar suas aeronaves dentro de suas propriedades, sem prestar serviços a terceiros, de acordo com o Artigo 13. As empresas de aviação agrícola devem apresentar relatórios mensais de suas atividades até o dia 15 do mês seguinte, conforme normas estabelecidas pelo Ministério da Agricultura, conforme o Artigo 14. Os trabalhos de aviação agrícola devem seguir os padrões técnicos estabelecidos pela Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura, conforme o Artigo 15.

**Aeronaves e seus equipamentos:** O uso de equipamentos de dispersão em aeronaves agrícolas para atividades de aviação agrícola requer aprovação do Ministério da Agricultura e homologação pelo Ministério da Aeronáutica, conforme o Artigo 16. Equipamentos de dispersão são aqueles destinados ao lançamento de carga sólida ou líquida com aplicação específica na aviação agrícola, enquanto equipamentos de aspersão e pulverização são utilizados para aplicar defensivos agrícolas, fertilizantes, sementeira e outras atividades recomendadas, conforme o Artigo 2º, Parágrafo 1º, do Decreto-Lei nº 917/69.

**Treinamento de pessoal:** O Ministério da Agricultura é responsável pelo treinamento de pessoal para atividades de aviação agrícola até que a iniciativa privada tenha capacidade para isso. Poderão ser instituídos cursos como o Curso de Coordenadores de Aviação Agrícola (CCAA) para engenheiros agrônomos, Curso de Executores de Aviação Agrícola (CEAA) para técnicos em agropecuária, Curso de Aviação Agrícola (CAVAG) para pilotos, e Curso para Mecânicos de Equipamentos Aeroagrícolas. Os candidatos ao CAVAG devem ter licença de piloto. Os interessados devem se inscrever nos cursos através do Delegado Federal de Agricultura. Os cursos serão realizados no Centro Nacional de Engenharia Agrícola (CENEA) ou em outros locais

determinados pelo Ministério da Agricultura, que também poderá conduzir pesquisas direcionadas para a técnica de aplicação aeroagrícola.

**Incentivo à aviação agrícola:** O Ministério da Agricultura pode adquirir aeronaves e equipamentos agrícolas para arrendamento, sujeito a regras do Decreto-Lei nº 917/69, com audiência prévia da Comissão de Coordenação de Transporte Aéreo Civil (COTAC) do Ministério da Aeronáutica para aquisições no exterior. Também pode promover esquemas de arrendamento, financiamento, venda e revenda de aeronaves e equipamentos exclusivamente para uso na aviação agrícola, seguindo normas do Ministério da Agricultura. A cessão de aeronaves e equipamentos para universidades e órgãos de pesquisa pode ser gratuita em alguns casos, sujeita a devolução em 72 horas se desviada a finalidade. Contratos de arrendamento devem incluir seguro do casco, tripulantes e danos a terceiros.

**Fiscalização:** A fiscalização, conforme este regulamento, verifica se os interessados estão cumprindo as normas de proteção à vida, saúde, e ao meio ambiente. Os interessados devem permitir a fiscalização quando solicitada pelos órgãos competentes, podendo a autoridade policial ser chamada em casos de recusa. A duplicidade de fiscalização é proibida.

**Penalidades:** O não cumprimento das disposições deste regulamento acarreta sanções que incluem multa, suspensão e cancelamento do registro. A infração é documentada em auto de infração, seguido de processo administrativo. O infrator tem o direito de recorrer da penalidade dentro de 15 dias após a notificação, sendo necessário o depósito da multa para prosseguir com o recurso. As multas variam de acordo com a gravidade da infração. A reincidência pode resultar em suspensão ou cancelamento do registro, dependendo do caso.

**Disposições gerais:** Uma Comissão Especial para Assuntos de Aviação Agrícola será estabelecida no Ministério da Agricultura, composta por representantes de diversos órgãos, com a responsabilidade de fornecer subsídios para normas e técnicas aeroagrícolas, além de sugerir melhorias no regulamento. Os funcionários encarregados da fiscalização terão acesso livre às propriedades e instalações das empresas, mediante credencial emitida pela Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. As empresas existentes na data de publicação do decreto terão 120 dias para se adequar às novas disposições. O Ministro da Agricultura emitirá os atos complementares necessários, e quaisquer casos omissos serão decididos pelo Secretário Nacional de Defesa Agropecuária.

#### LEMBRE-SE

É imprescindível a leitura deste decreto na íntegra!

### 1.5.7 Legislação sobre agrotóxicos no Brasil

O conhecimento da legislação de agrotóxicos, além de ser fundamental para quem realiza sua aplicação, é necessária de acordo com a Portaria 298 de 22 de setembro de 2021. É uma atividade regulada por atos normativos e, conseqüentemente, impõe aos usuários destes insumos, obrigações a serem seguidas. A Lei 7802 de 11 de julho de 1989 era o principal ato normativo da chamada “legislação dos agrotóxicos”. Em seguida tem-se o Decreto 4074 de 4 de janeiro de 2002. Na sequência, vem a legislação complementar, composta pelas Instruções Normativas Conjuntas (INC), de competência do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), do Ministério da Saúde (MS) e do Ministério do Meio ambiente (MMA). Observação: A Lei 7802/1989 foi revogada. A atual legislação que norteia o assunto é a Lei nº 14.785, de 27 de dezembro de 2023.

A Lei 14.785/2023 Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem, a rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e das embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, de produtos de controle ambiental, de seus produtos técnicos e afins; revoga as Leis nºs 7.802, de 11 de julho de 1989, e 9.974, de 6 de junho de 2000, e partes de anexos das Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, e 9.782, de 26 de janeiro de 1999.

A seguir veremos um pouco mais sobre os assuntos amparados pela lei. É imprescindível sua leitura na íntegra e pode ser acessada através do apêndice C desta apostila.

**Registro:** O Artigo 4º da Lei nº 14.785, de 27 de dezembro de 2023, trata do registro de agrotóxicos, produtos de controle ambiental e afins, estabelecendo órgãos federais específicos responsáveis por tal processo. Conforme o parágrafo primeiro, o registro desses produtos deve seguir diretrizes internacionais, como o GHS, o Acordo sobre a Aplicação de Medidas Sanitárias e Fitossanitárias (SPS) e o Codex Alimentarius. O parágrafo segundo destaca que a gestão de riscos é essencial para o processo decisório, sendo a análise de riscos obrigatória para o registro. O parágrafo terceiro estabelece a proibição do registro de produtos que apresentem risco inaceitável para seres humanos ou meio ambiente, mesmo com medidas de gestão de risco. Os órgãos registrantes têm diversas atribuições, como aplicar penalidades, auditar entidades, autorizar comunicações de risco, coordenar registros e promover a capacitação dos técnicos envolvidos, conforme estipulado nos parágrafos quarto, quinto, e assim por diante, do referido artigo.

**Competências dos Órgãos Federais:** O Artigo 5º da Lei nº 14.785, de 27 de dezembro de 2023, delinea as competências do órgão federal responsável pelo setor da agricultura, que incluem desde analisar propostas de normas até conceder registros e autorizações de agrotóxicos. O órgão também desempenha funções essenciais, como apoiar tecnicamente investigações de acidentes e enfermidades associadas ao uso desses produtos, e monitorar resíduos de agrotóxicos em produtos vegetais. Paralelamente, o Artigo 6º destaca as atribuições do órgão federal responsável pelo setor da saúde, como elaborar monografias sobre ingredientes ativos e analisar riscos toxicológicos. Enquanto isso, o Artigo 7º aborda as responsabilidades do órgão federal responsável pelo setor do meio ambiente, incluindo a análise de risco ambiental e a concessão de registros para produtos de controle ambiental. Todos esses aspectos enfatizam a abrangência e complexidade do controle e regulação dos produtos agrícolas e ambientais, visando à proteção da saúde humana e do meio ambiente.

**Competências da União, dos Estados e do distrito Federal:** O artigo 8º estabelece que a União é responsável por legislar sobre a produção, registro, comércio, exportação, importação e controle desses produtos, além de controlar e fiscalizar os estabelecimentos pertinentes. Adicionalmente, o texto prevê que a União prestará apoio às ações de controle e fiscalização das unidades federativas que careçam de recursos próprios. Já o artigo 9º atribui aos Estados e ao Distrito Federal a competência supletiva para legislar e fiscalizar sobre o uso, produção, comércio e armazenamento desses produtos. Por fim, o artigo 11 destaca que os Estados e o Distrito Federal podem utilizar os registros dos órgãos federais para suas atividades de controle e fiscalização, sendo a publicação desses registros no site federal autorização para comercialização e uso nos respectivos territórios estaduais e distrital.

**Procedimentos de registro:** o registrante é obrigado a submeter ao órgão federal registrante um requerimento de registro, abrangendo uma variedade de produtos, como produtos técnicos, formulados, pré-misturas e similares. Esse requerimento deve ser acompanhado de dados detalhados, estudos, relatórios, pareceres e outras informações, conforme exigido pelas

disposições da lei, por meio de um sistema informatizado. Além disso, a empresa registrante tem a responsabilidade de apresentar a análise de risco juntamente com o pedido de registro, especialmente para produtos com ingredientes ativos novos ou que alterem significativamente o nível de exposição. A contagem do prazo para análise do registro pode ser suspensa caso os órgãos avaliadores solicitem documentos ou informações adicionais, reiniciando após o atendimento das exigências. A falta de atendimento aos pedidos complementares dentro de 30 dias resulta no arquivamento do processo, a menos que seja apresentada uma justificativa técnica aceitável. Adicionalmente, quando solicitado, o registrante deve fornecer amostras e padrões analíticos considerados necessários pelo órgão registrante, conforme suas diretrizes estabelecidas.

**Registro das matérias primas, ingredientes e aditivos:** Conforme estabelecido no Artigo 14 da Lei nº 14.785, de 27 de dezembro de 2023, as matérias-primas descritas no processo de síntese do produto técnico registrado, bem como do produto técnico equivalente registrado, e outros ingredientes e aditivos empregados na fabricação de produtos genéricos, formulados e similares, são considerados autorizados. O órgão federal responsável pelo registro será encarregado de publicar e manter atualizada uma lista contendo essas matérias-primas, outros ingredientes e aditivos permitidos para uso na produção desses produtos.

**Registro de produto idêntico:** O Artigo 15 da Lei nº 14.785, de 27 de dezembro de 2023, estabelece que um agrotóxico ou produto de controle ambiental idêntico poderá ser registrado em até 60 (sessenta) dias, utilizando os mesmos dados e informações de outro produto já registrado, desde que tenha composição qualitativa e quantitativa idêntica, os mesmos fabricantes ou formuladores, a mesma indicação de uso, as mesmas doses e apenas marca comercial distinta. Nesse processo, o registrante da nova marca comercial deve submeter ao órgão registrante o novo rótulo e a documentação exigida. O órgão registrante, por sua vez, tem até 30 (trinta) dias, a partir do requerimento, para publicar o registro no Diário Oficial da União ou em seu sítio eletrônico.

**Autorização de extensão de uso de agrotóxicos em culturas com suporte fitossanitário insuficiente:** O Artigo 16 estabelece que instituições representativas de agricultores, profissionais legalmente habilitados e entidades específicas podem solicitar ao órgão federal registrante a extensão de uso de agrotóxicos já registrados para controle de alvos biológicos em culturas com suporte fitossanitário insuficiente (CSFI). O pedido deve ser instruído com estudos para análise do órgão registrante. O órgão responsável pela agricultura consulta as empresas detentoras de registro do produto e emite um parecer conclusivo em até 30 dias, divulgando o resultado publicamente. Se o pedido for negado, o órgão federal registrante deve indicar alternativas. A autorização concedida dá ao agricultor o direito de uso do ingrediente ativo, desde que recomendado por profissional habilitado e de acordo com as regras do órgão responsável pela agricultura. Recomendações e informações sobre a extensão de uso autorizada devem estar disponíveis no site do órgão. Além disso, será realizado monitoramento de resíduos pelos órgãos competentes nas CSFI que utilizem agrotóxicos autorizados.

**Comunicado de produção para exportação:** O Artigo 17 estabelece que os agrotóxicos, produtos de controle ambiental e similares destinados exclusivamente à exportação não precisarão ser registrados no órgão responsável, sendo substituídos por um comunicado de produção para exportação. A empresa exportadora deve informar ao órgão registrante os produtos, as quantidades a serem exportadas e sua destinação. O órgão registrante aceitará o comunicado por meio de um sistema de controle informatizado.

**Permissão para importação:** O Artigo 18 estabelece que a declaração de estado de emergência fitossanitária pelo Poder Executivo, devido a uma situação epidemiológica que sugira risco

iminente de introdução de doença exótica, praga quarentenária ausente no país, ou surto/epidemia de doença ou praga existente, dispensa o registro de agrotóxicos e produtos de controle ambiental. O órgão responsável pelo registro está autorizado a concordar com a importação e conceder uma permissão temporária emergencial de produção, distribuição, comercialização e uso desses produtos.

**Registro por equivalência:** Os Artigos 19 e 20 abordam o registro de produtos técnicos por equivalência. O registro por equivalência é permitido para produtos técnicos que compartilham o mesmo ingrediente ativo, desde que seus níveis de impurezas não alterem seu perfil toxicológico, conforme critérios da FAO. Os estudos de equivalência podem ser conduzidos por órgãos, instituições de pesquisa ou laboratórios credenciados pelo órgão federal competente. O órgão registrante informará ao requerente sobre a disponibilidade dos estudos necessários para a avaliação do registro por equivalência em até 15 dias. Se os estudos não estiverem disponíveis, o órgão indicará produtos técnicos adequados como referência ou alternativas de registro em até 30 dias. Os produtos técnicos registrados por equivalência não podem servir como referência. Produtos com registro cancelado podem ser considerados como referência, desde que atendam aos requisitos legais e contenham os estudos necessários para o registro por equivalência.

**Registro de pessoas jurídicas:** O Artigo 21 estipula que as pessoas jurídicas envolvidas na prestação de serviços de aplicação, produção, importação, exportação ou comercialização de agrotóxicos, produtos de controle ambiental e similares devem realizar um registro único no órgão federal responsável. Esse registro possibilita a identificação das atividades realizadas e o compartilhamento de informações entre as instituições participantes e os órgãos estaduais ou municipais competentes. O parágrafo 1º define como prestadoras de serviços as empresas que executam trabalhos relacionados à prevenção, destruição e controle de seres vivos nocivos com o uso desses produtos. Além disso, nenhum estabelecimento que realize tais atividades pode operar sem a assistência e responsabilidade de um técnico legalmente habilitado, conforme o parágrafo 2º. Cada estabelecimento deve ter um registro específico e independente, mesmo que pertença à mesma pessoa ou empresa, e caso comercialize outros produtos além dos mencionados, estes devem ser adequadamente isolados, conforme o parágrafo 4º.

**Sistema unificado de cadastro e de utilização de agrotóxicos e de produtos de controle ambiental informatizado:** O trecho apresenta a criação do Sistema Unificado de Cadastro e Utilização de Agrotóxicos e de Produtos de Controle Ambiental Informatizado, que será gerido pelos órgãos registrantes. Esse sistema visa cadastrar estabelecimentos produtores, manipuladores, importadores, exportadores, instituições de pesquisa, distribuidores, profissionais habilitados, agricultores e prestadoras de serviços para terceiros na aplicação desses produtos. Ele será regulamentado pelos órgãos registrantes e estruturado para capturar eletronicamente os dados dos receituários agrônômicos emitidos por profissionais legalmente habilitados. A venda desses produtos só pode ocorrer mediante receituário agrônômico, que deve conter informações detalhadas sobre o uso, precauções e identificação do usuário, aplicador e responsável técnico. Além disso, há disposições sobre comunicação de alterações estatutárias, codificação de lotes de produtos, e a obrigação das empresas manterem registros detalhados, incluindo estoques, comercialização, importação, exportação e aplicação dos produtos.

**Alterações, reanálises, análises de risco de agrotóxicos e de produtos de controle ambiental:** O Artigo 26 estabelece as alterações de registro isentas de avaliação técnica, que devem ser homologadas pelo órgão registrante. Essas incluem mudanças na marca comercial, razão social e titularidade, exclusão de fabricantes, inclusão e exclusão de formuladores, manipuladores e importadores listados pelo órgão, alterações de endereço, exclusão de culturas ou alvos

biológicos, e inclusão de fabricantes previamente aprovados. As solicitações devem ser preferencialmente eletrônicas, e as alterações devem ser refletidas nos rótulos e bulas dos produtos dentro de 12 meses. O Artigo 27 especifica as alterações que serão tecnicamente avaliadas, como inclusão de fabricantes e atualização de resíduos em culturas. O órgão registrante tem 180 dias para autorizar ou indeferir as alterações, e estas entram em vigor após publicação oficial.

**Reanálises dos riscos:** Os Artigos 29, 30, 31, 32 e 33 estabelecem diretrizes para a reanálise de agrotóxicos e produtos de controle ambiental. As reanálises devem ser concluídas em até um ano, com possibilidade de prorrogação por mais seis meses mediante justificativa técnica. Durante esse processo, é exigido o desenvolvimento de planos fitossanitários ou de controle ambiental para substituir produtos que possam ficar sem alternativas de manejo. Ao término da reanálise, o órgão federal registrante pode optar por manter, adequar, alterar a formulação, dose ou uso, restringir a comercialização, produção, importação, exportação ou uso, ou até mesmo cancelar ou suspender o registro do produto. Não há distinção entre empresas com solicitações em andamento e aquelas com produtos em reanálise. Além disso, é proibida a reanálise baseada apenas em relatórios fornecidos pelo detentor do registro, visando garantir imparcialidade no processo de avaliação.

**Repressão às infrações contra a ordem econômica:** O Artigo 34 determina que o processo de registro, produção e comercialização de agrotóxicos, produtos de controle ambiental e similares deve seguir as disposições da Lei nº 12.529 de 2011, visando prevenir e punir infrações contra a ordem econômica, evitando que empresas ou grupos alterem unilateral ou coordenadamente as condições do mercado. Já o Artigo 35 estipula que, após a emissão do registro para agrotóxicos e produtos similares, o titular tem dois anos para iniciar a produção e comercialização do produto. O não cumprimento desse prazo pode resultar no cancelamento do registro, e se isso ocorrer, o titular só poderá solicitar um novo registro após um ano do cancelamento.

**Controle de qualidade:** O Artigo 36 estabelece que o órgão responsável pelo registro deve manter mecanismos atualizados para fiscalizar a qualidade dos agrotóxicos, produtos de controle ambiental e similares, garantindo sua identidade, pureza e eficácia. Isso envolve especificações, controle de qualidade e fiscalização da pesquisa, manipulação, produção e importação. O órgão registrante define as especificações, níveis de controle e tolerâncias para a qualidade dos produtos. O Artigo 37 complementa essa fiscalização, exigindo que empresas fabricantes, formuladoras ou importadoras tenham uma unidade de controle de qualidade para verificar a qualidade do processo produtivo, matérias-primas e produtos finais, emitindo laudos. Empresas com impurezas relevantes devem fornecer laudos de análise. O Artigo 38 permite que empresas adotem procedimentos de revalidação, retrabalho e reprocessamento, conforme definido pelos órgãos registrantes.

**Comercialização:** O Artigo 39 estipula que agrotóxicos, produtos de controle ambiental e afins serão vendidos diretamente aos usuários somente com a apresentação de receita agrônoma emitida por um profissional legalmente habilitado, exceto em casos excepcionais previstos na regulamentação. O profissional pode prescrever a receita de forma preventiva antes da ocorrência da praga, visando o controle de alvos biológicos, e pode recomendar mistura em tanque quando necessário. O Artigo 40 requer que empresas com registro enviem anualmente, até 31 de janeiro, dados eletrônicos sobre as quantidades de produtos importados, exportados, produzidos, formulados e comercializados, conforme o modelo estabelecido pelo órgão registrante.

**Embalagens:** O Artigo 41 estipula requisitos para as embalagens de agrotóxicos, produtos de controle ambiental e similares, incluindo resistência contra vazamentos e evaporação, uso de

materiais que não reajam com o conteúdo, e presença de lacre destrutível. A manipulação e reembalagem para comercialização só podem ser feitas pela empresa produtora ou autorizada. Usuários devem devolver embalagens vazias aos estabelecimentos comerciais dentro de um ano da compra, seguindo instruções das bulas. Empresas são responsáveis pela destinação adequada das embalagens e resíduos. Equipamentos de pulverização devem ter adaptações para facilitar a lavagem. As empresas também devem implementar programas educativos para garantir a devolução das embalagens. O Artigo 42 determina que alterações em embalagens, rótulos e bulas devem ser realizadas em até 12 meses da homologação, permitindo o uso dos materiais remanescentes dentro desse prazo.

**Rotulagem para venda e uso:** O Artigo 43 estabelece os requisitos para os rótulos e bulas de agrotóxicos, produtos de controle ambiental e afins vendidos no Brasil, exigindo informações como nome do produto, composição, instruções de uso, precauções, efeitos adversos, símbolos de perigo e recomendação para leitura antes do uso. Os textos e símbolos devem ser claros e legíveis, e é permitida a inclusão de dados adicionais desde que não comprometam a compreensão das informações obrigatórias. O Artigo 44 obriga as empresas a informar sobre incompatibilidades de mistura entre agrotóxicos. Já o Artigo 45 estabelece procedimentos para alterações nos rótulos e bulas devido a restrições impostas por órgãos estaduais ou do Distrito Federal, exigindo conformidade com o GHS e comunicação ao órgão federal registrante.

**Armazenamento e transporte:** O Artigo 46 determina que o armazenamento de agrotóxicos, produtos de controle ambiental e similares deve seguir a legislação vigente para produtos químicos, bem como as instruções do fabricante, incluindo medidas para lidar com acidentes, derramamentos ou vazamentos. O Artigo 47 estabelece que o transporte desses produtos deve obedecer às normas e procedimentos definidos na legislação específica para produtos químicos.

**Inspecção e fiscalização:** O Artigo 48 estipula que a inspecção e a fiscalização de agrotóxicos, produtos de controle ambiental, produtos técnicos e similares serão detalhados em regulamento específico pelo órgão responsável pelo registro desses produtos.

**Responsabilidade civil e administrativa:** Os Artigos 49 a 55 delineiam a responsabilidade pelos danos causados pelos agrotóxicos e produtos similares, atribuindo-a a uma variedade de atores, como profissionais, usuários, comerciantes e registrantes, especificando as condutas passíveis de responsabilização. Além disso, estabelecem um regime sancionatório, que inclui advertências, multas, apreensões, interdições e cancelamentos de registros, bem como a destruição de produtos e ações de educação sobre o uso adequado desses produtos. As multas podem ser aplicadas cumulativamente e têm valores proporcionais à gravidade da infração, podendo ser duplicadas em caso de reincidência ou aplicadas diariamente em caso de infração continuada, e os órgãos competentes podem celebrar convênios para a fiscalização e repasse de receitas provenientes das multas.

**Crimes e penas:** Artigos 56 e 57 estabelecem penalidades para atividades relacionadas aos agrotóxicos e produtos afins que violem a legislação. O Artigo 56 prevê pena de reclusão de 3 a 9 anos, além de multa, para produção, armazenamento, transporte, importação, uso ou comercialização de agrotóxicos não registrados ou não autorizados, com agravamento da pena em casos de dano à propriedade, meio ambiente, lesão corporal grave ou morte. Enquanto isso, o Artigo 57 impõe pena de reclusão de 2 a 4 anos, e multa para produção, importação, comercialização ou destino inadequado de resíduos e embalagens vazias desses produtos.

**Sistema unificado de informação, petição e avaliação eletrônica:** O Artigo 58 institui o Sistema Unificado de Informação, Petição e Avaliação Eletrônica (Sispa), sob coordenação do órgão federal responsável pela agricultura. O objetivo do Sispa inclui a unificação do sistema de

avaliação de registros e alterações de agrotóxicos, a divulgação do andamento dos processos, a facilitação do cadastro e avaliação de dados das empresas, o registro seguro de informações sigilosas, a manutenção e disponibilização de dados sobre a importação, produção, exportação e comercialização de agrotóxicos, além de manter cadastros sobre empresas e áreas autorizadas para pesquisa. O Sispa também permitirá a interação eletrônica com as empresas registrantes e tornará obrigatória a submissão eletrônica de todos os requerimentos de registro e alterações de agrotóxicos.

**Destinação dos valores arrecadados com a taxa de avaliação e de registro:** O Artigo 62 define os recursos que podem compor o Fundo de Fiscalização e Fomento das Atividades Fitossanitárias (FFAP), incluindo recursos orçamentários da União, doações, verbas de fundos específicos como o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e o Fundo Nacional de Meio Ambiente, além de outras receitas. Esses recursos são direcionados para fiscalização e desenvolvimento de atividades fitossanitárias e inovação tecnológica no setor agrícola. O texto também delinea áreas prioritárias de aplicação dos recursos do FFAP, como o desenvolvimento de sistemas de registro de agrotóxicos, controle fitossanitário, capacitação e educação ambiental, além da contratação de consultores técnicos. O plano anual de aplicação e relatórios de execução são obrigatórios, e os recursos do FFAP devem ser destinados principalmente a projetos de entidades públicas, de pesquisa e de tecnologia, sem fins lucrativos.

Todas as instituições que desenvolverem atividades ligadas à agrotóxicos devem adequar-se para se enquadrarem dentro da legislação.

## 1.6. Conceitos de boas práticas agrícolas

Com o progresso da agricultura, emergiu a demanda por um controle mais efetivo da qualidade e segurança dos produtos agrícolas, assegurando que os alimentos chegassem à mesa do consumidor final isentos de impurezas e benéficos à saúde. As Boas Práticas Agrícolas (BPA) surgiram como uma resposta a essa necessidade, visando adequar todas as medidas relacionadas à qualidade e segurança dos alimentos, promovendo práticas sustentáveis e garantindo a produção de alimentos saudáveis.

Segundo o MAPA, as boas práticas agrícolas são: "conjunto de princípios, normas e recomendações técnicas aplicadas nas etapas da produção, processamento e transporte de produtos vegetais alimentícios e não alimentícios, orientadas a promover a oferta de alimento seguro, de forma a cuidar da saúde humana, proteger o meio ambiente e melhorar as condições dos trabalhadores rurais e sua família".

No Brasil, as Boas Práticas Agrícolas (BPA) possuem respaldo legal por meio do Programa BPA BRASIL, estabelecido pela Portaria MAPA nº 337 de novembro de 2021. Este programa visa regular e padronizar nacionalmente as BPA, além de conferir chancela pública federal a programas desenvolvidos por entidades públicas e privadas que promovam essas práticas na etapa primária da cadeia produtiva agrícola. O Reconhecimento do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) é concedido a programas que atendam aos requisitos mínimos estabelecidos na Portaria, consolidando o compromisso do país com a implementação de práticas agrícolas sustentáveis.

São reconhecidos como requisitos mínimos de reconhecimento de adoção de Boas Práticas Agrícolas, na etapa primária da cadeia produtiva agrícola:

**I - Planejamento e Gestão do Estabelecimento Rural:** O planejamento e a gestão eficazes do estabelecimento rural são essenciais para o sucesso agrícola. Isso envolve a elaboração de estratégias, alocação de recursos e a definição de metas para otimizar a produção de forma sustentável, promovendo a eficiência operacional e a viabilidade a longo prazo do negócio agrícola.

**II - Organização e Higiene no Estabelecimento Rural:** Manter a organização e a higiene no ambiente do estabelecimento rural é crucial para garantir condições sanitárias adequadas. Uma infraestrutura organizada e limpa contribui para a prevenção de doenças, preserva a qualidade dos produtos e promove um ambiente de trabalho seguro para os colaboradores.

**III - Cumprimento da Legislação Ambiental e Trabalhista Vigente:** O cumprimento rigoroso da legislação ambiental e trabalhista é uma prioridade nas Boas Práticas Agrícolas. Isso envolve a adesão a normas que visam a preservação ambiental e a promoção de condições de trabalho seguras e justas, garantindo a conformidade legal do estabelecimento rural.

**IV - Nutrição de Plantas, Fertilidade e Conservação do Solo:** Abordar a nutrição de plantas, a fertilidade do solo e a conservação adequada do solo são aspectos essenciais das Boas Práticas Agrícolas. O manejo responsável desses elementos contribui para a produtividade sustentável, a saúde do solo e a qualidade dos produtos agrícolas.

**V - Uso Racional e Qualidade da Água:** As Boas Práticas Agrícolas enfatizam o uso racional da água, um recurso precioso. Garantir a qualidade da água utilizada nas operações agrícolas é crucial para evitar a contaminação dos cultivos, promovendo práticas que conservem esse recurso vital.

**VI - Uso Correto de Insumos:** O uso correto de insumos, como fertilizantes e defensivos agrícolas, é abordado nas Boas Práticas Agrícolas. Essa prática busca minimizar impactos ambientais, otimizar a eficácia dos insumos e assegurar a qualidade dos produtos finais.

**VII - Manejo Integrado de Pragas:** As Boas Práticas Agrícolas promovem o Manejo Integrado de Pragas (MIP), que busca estratégias equilibradas para o controle de pragas. Isso envolve a utilização de métodos biológicos, reduzindo a dependência de pesticidas e promovendo a sustentabilidade agrícola.

**VIII - Rastreabilidade do Processo Produtivo:** Estabelecer rastreabilidade no processo produtivo é uma medida crucial nas Boas Práticas Agrícolas. O registro e controle detalhados de cada etapa garantem a identificação e monitoramento eficientes, promovendo a qualidade e segurança dos produtos.

**IX - Práticas de Colheita, Pós-Colheita, Armazenamento e Transporte:** As práticas relacionadas à colheita, pós-colheita, armazenamento e transporte são abordadas nas Boas Práticas Agrícolas para minimizar riscos de contaminação, dano e desperdício dos produtos. Isso assegura a integridade dos alimentos desde sua origem até o consumidor final.

**X - Destinação Adequada dos Resíduos Gerados no Estabelecimento Rural:** A destinação adequada dos resíduos gerados no estabelecimento rural é uma preocupação fundamental nas Boas Práticas Agrícolas. A implementação de práticas sustentáveis de gestão de resíduos visa reduzir impactos ambientais, promovendo a responsabilidade ambiental do estabelecimento agrícola.



## Módulo 1 – Exercícios resolvidos:

**1. Discuta os principais usos e benefícios do uso de drones na agricultura moderna. Como essas tecnologias estão revolucionando práticas agrícolas tradicionais e quais são os desafios enfrentados na adoção generalizada desses sistemas?**

*Resposta:*

Os drones, ou Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPAS), estão desempenhando um papel cada vez mais significativo na agricultura moderna. Suas aplicações abrangem desde o monitoramento de cultivos até a pulverização de pesticidas, e seus benefícios são vastos. Em termos de monitoramento, os drones permitem uma análise precisa e em tempo real do estado das plantações, identificando áreas com necessidades específicas de água, nutrientes ou controle de pragas. Isso leva a uma gestão mais eficiente dos recursos, reduzindo o desperdício e aumentando a produtividade.

Além disso, os drones têm se mostrado extremamente úteis na pulverização de pesticidas e fertilizantes. Por serem capazes de voar a baixas altitudes e acessar áreas de difícil alcance para maquinário terrestre, os drones proporcionam uma aplicação mais precisa e direcionada de insumos agrícolas. Isso não apenas reduz os custos de produção, mas também minimiza a exposição humana a produtos químicos nocivos.

No entanto, a adoção generalizada de drones na agricultura ainda enfrenta desafios significativos. O custo inicial de aquisição e treinamento pode ser proibitivo para pequenos agricultores, enquanto a integração eficiente dessas tecnologias aos sistemas agrícolas existentes pode exigir investimentos adicionais em infraestrutura e capacitação técnica. Além disso, preocupações com privacidade e regulamentações governamentais sobre o uso de drones podem representar obstáculos legais e éticos

**2. Explique os principais aspectos regulamentares estabelecidos pela Portaria 298 de 22 de setembro de 2021 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) em relação ao Registro de operadores e requisitos, segurança operacional e registro de dados, curso, obrigações de operadores e entidades de ensino.**

*Resposta:*

A Portaria 298/2021 do MAPA estabelece uma série de diretrizes para a operação de Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP) destinadas à pulverização agrícola. Dentre os principais aspectos regulamentares, destacam-se:

**Registro de operadores de ARP:** A portaria exige que os operadores de ARP se registrem junto ao MAPA por meio do Sistema Integrado de Produtos e Estabelecimentos Agropecuários (SIPEAGRO). Para obter o registro, é necessário possuir um responsável técnico registrado no conselho profissional, aplicador aeroagrícola remoto com Certificado de Autorização de Aplicação Aérea Remota (CAAR), e aeronaves registradas na ANAC.

**Requisitos para o registro:** Os operadores devem apresentar documentos específicos, como contrato social, certificados de conclusão do CAAR, registro do responsável técnico e documentação da aeronave na ANAC. Proprietários de aeronaves agrícolas já registradas no MAPA devem atualizar seu cadastro de acordo com a regulamentação.

**Segurança operacional e registro de dados:** A portaria estabelece regras específicas para garantir a segurança operacional e ambiental das operações com ARP. Isso inclui restrições de distância de áreas habitadas, mananciais, reservas legais e outras áreas ambientais protegidas, medidas de segurança durante a aplicação, manutenção de registros detalhados de cada aplicação, envio de relatórios mensais ao MAPA e descarte adequado de resíduos de agrotóxicos.

Curso para aplicação aeroagrícola remota: As entidades de ensino registradas no MAPA devem submeter um projeto de execução do CAAR à Superintendência Federal de Agricultura, Pecuária e Abastecimento com pelo menos trinta dias de antecedência do início das aulas. O curso deve cumprir requisitos de carga horária mínima, frequência e desempenho para aprovação.

Obrigações dos operadores e entidades de ensino: Os operadores de ARP devem apresentar relatórios mensais de atividades, informar alterações nos dados cadastrais, manter registros das aplicações e cumprir as exigências e prazos estabelecidos pela fiscalização do MAPA. As entidades de ensino também têm obrigações específicas em relação à oferta do curso CAAR.

**3. Considerando o Decreto nº 86.765 de 22 de dezembro de 1981, que regulamenta o emprego da aviação agrícola no Brasil, discorra sobre os principais desafios enfrentados pelo setor da aviação agrícola no país e como a regulamentação estabelecida pelo decreto pode contribuir para superá-los.**

*Resposta:*

O setor da aviação agrícola no Brasil enfrenta diversos desafios, desde questões relacionadas à segurança das operações até preocupações ambientais e regulatórias. A utilização de aeronaves para aplicação de defensivos agrícolas demanda uma regulamentação específica para garantir a segurança dos operadores, a eficácia das operações e a proteção ambiental.

O Decreto nº 86.765 estabelece diretrizes importantes para o funcionamento desse setor, incluindo o registro e cadastro de empresas, a definição de atividades permitidas, o treinamento de pessoal, a regulamentação de equipamentos, a fiscalização e a imposição de penalidades. Essas medidas contribuem para mitigar os desafios enfrentados pela aviação agrícola, promovendo um ambiente regulatório mais seguro e transparente. No entanto, apesar dos avanços proporcionados pelo decreto, ainda existem desafios a serem superados, como a

necessidade de atualização constante das normas diante do avanço tecnológico, a melhoria da fiscalização para garantir o cumprimento das regulamentações e a promoção de práticas ambientais sustentáveis.

**4. Considerando as atribuições estabelecidas para o Ministério da Agricultura no regulamento sobre aviação agrícola apresentado, explique sucintamente três responsabilidades específicas desse ministério em relação à aviação agrícola no Brasil.**

*Resposta:*

O Ministério da Agricultura é responsável por propor políticas para a aviação agrícola, registrar e manter o cadastro de empresas do setor, homologar produtos químicos aplicáveis e fiscalizar as atividades relacionadas à aviação agrícola, garantindo a segurança e a conformidade com as normas estabelecidas.

**5. Explique o conceito de Boas Práticas Agrícolas e seu propósito na produção agrícola moderna. Discorra sobre a importância da implementação dessas práticas para garantir a segurança alimentar, a preservação do meio ambiente e a saúde dos trabalhadores rurais.**

*Resposta:*

As Boas Práticas Agrícolas (BPA) referem-se a um conjunto de princípios, normas e recomendações técnicas aplicadas em todas as etapas da produção agrícola, desde o cultivo até o transporte dos produtos, com o objetivo de garantir a qualidade e a segurança dos alimentos, proteger o meio ambiente e promover o bem-estar dos trabalhadores rurais e suas famílias. Essas práticas incluem medidas como o planejamento e gestão do estabelecimento rural, a organização e higiene das instalações, o cumprimento da legislação ambiental e trabalhista, a nutrição das plantas e conservação do solo, o uso racional da água, o manejo integrado de pragas, a rastreabilidade do processo produtivo e a destinação adequada dos resíduos. A implementação das BPA é essencial para garantir a produção de alimentos seguros e saudáveis, proteger os recursos naturais e promover a sustentabilidade da agricultura.

## Módulo 2 – O drone de pulverização agrícola

### 2.1. Importância e vantagens da pulverização com drones

A pulverização agrícola aérea representa um avanço fundamental na modernização das práticas agrícolas, desempenhando um papel crucial na maximização da eficiência e produtividade dos cultivos. Ao elevar a tecnologia de drones à altura dos campos, a pulverização aérea proporciona uma abordagem inovadora e eficaz para enfrentar desafios agrícolas. Vamos explorar algumas das vantagens notáveis que tornam a pulverização aérea uma ferramenta indispensável no cenário agrícola contemporâneo.



*Fonte: Freepik*

#### I Eliminação da compactação do solo

A pulverização aérea, ao dispensar veículos terrestres pesados, contribui significativamente para a eliminação da compactação do solo. Essa prática preserva a estrutura do solo, favorecendo a saúde das raízes das plantas e melhorando a infiltração de água, oxigênio e dispersão de nutrientes, aspectos cruciais para o desenvolvimento saudável das culturas.

#### II Redução de danos à área cultivada

A precisão proporcionada pela pulverização aérea minimiza danos às plantas não alvo, garantindo que os defensivos atinjam apenas as áreas necessárias. Esse foco reduz o desperdício de insumos e protege a biodiversidade local, promovendo uma agricultura mais sustentável. Além disso, os drones não causam amassamento na cultura, ao contrário de veículos terrestres, como tratores, o que preserva a integridade das plantas e do solo. Vale lembrar também que os drones são equipados com sensores e sistemas de mapeamento, eles identificam e evitam áreas já tratadas, reduzindo a sobreposição e o desperdício de produtos químicos.

#### III Minimização do risco ao piloto agrícola

A utilização de drones na pulverização elimina a necessidade de exposição direta do operador a produtos químicos, reduzindo significativamente os riscos à saúde associados à pulverização terrestre. Além disso, anula os riscos relacionados ao voo agrícola embarcado. Isso proporciona um ambiente mais seguro para os profissionais agrícolas.

#### **IV Proteção ao agente pulverizador**

A pulverização aérea evita o contato direto dos equipamentos com o terreno, reduzindo o desgaste e prolongando a vida útil do pulverizador. Essa proteção resulta em menor necessidade de manutenção e, conseqüentemente, em custos operacionais mais baixos.

#### **V Aumento da eficiência na pulverização**

A mobilidade e agilidade dos drones possibilitam uma aplicação mais rápida e eficiente de defensivos agrícolas. Isso resulta em uma distribuição mais uniforme dos produtos, garantindo uma cobertura mais completa e, por conseguinte, uma maior eficácia no controle de pragas e doenças.

#### **VI Vantagens em grandes áreas e terrenos inacessíveis**

A pulverização aérea destaca-se em sua capacidade de cobrir grandes extensões de terra de forma rápida e eficiente, superando desafios logísticos associados a terrenos acidentados ou inacessíveis. Isso torna a técnica ideal para propriedades extensas e áreas geograficamente desafiadoras.

#### **VII Economia significativa**

Além da eficiência operacional, a pulverização aérea proporciona uma economia significativa em termos de tempo, combustível e mão de obra. A rapidez na aplicação dos defensivos, aliada à redução de custos operacionais, resulta em uma prática agrícola mais rentável e sustentável.

A pulverização agrícola aérea, portanto, emerge como uma aliada indispensável para agricultores modernos, integrando tecnologia e inovação para otimizar os processos, promover a sustentabilidade e impulsionar o crescimento produtivo das atividades agrícolas.

## 2.2. Compreensão da ferramenta

### 2.2.1. O drone: visão geral

Um drone, também conhecido como Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) ou Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada (RPAS), refere-se a uma aeronave que opera sem a presença de um piloto a bordo, sendo controlada remotamente ou por meio de programas semi-autônomos. Essas aeronaves são dotadas de uma variedade de sensores, câmeras e outros dispositivos que possibilitam a execução de tarefas diversas em diferentes setores, desde monitoramento e mapeamento até aplicações militares e agrícolas.

Um drone de pulverização agrícola, por sua vez, é uma categoria especializada de drone projetada especificamente para a aplicação precisa e eficiente de insumos agrícolas, como pesticidas, fertilizantes e herbicidas. No contexto agrícola, esses drones incorporam componentes essenciais, como sistemas de pulverização, sensores para monitorar a saúde das plantas, câmeras para mapeamento detalhado e sistemas de posicionamento global (GPS) para navegação precisa. O uso de drones de pulverização agrícola oferece uma abordagem inovadora e sustentável, permitindo uma distribuição mais controlada de insumos, reduzindo o desperdício e promovendo a eficiência nas práticas agrícolas. Essa tecnologia contribui significativamente para a agricultura de precisão, otimizando os processos e minimizando os impactos ambientais associados à pulverização convencional.

O curso abordará mais especificamente o Agro Aviation Amarelin 30L, uma aeronave específica projetada para pulverização agrícola. Este drone incorpora tecnologia de ponta e componentes especializados para atender às demandas do setor agrícola, proporcionando uma solução eficiente e precisa para a aplicação de insumos agrícolas.

Ao compreender a fundo o Agro Aviation Amarelin 30L, os alunos do curso aspirantes a profissionais de pulverização aérea com drones, estarão preparados para operar, manter e aproveitar ao máximo essa tecnologia inovadora na pulverização agrícola.



Amarelin 30L

#### ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS AGRO AVIATION AMARELIN 30L

**Distância entre eixos:** 1950 mm

**Tamanho desdobrado:** 2900 x 2900 x 780 mm

**Tamanho dobrado:** 1050 x 620 x 780 mm

**Volume do tanque:** 30 litros

**Peso sem bateria:** 20,8 Kg.

**Bateria:** 22000 mAh, 51.8V

**Peso máximo de decolagem:** 60,3 kg @ horizontal

**Velocidade máxima de voo:** 13 m/s

**Largura de pulverização:** 8 ~ 10 m

**Fluxo máximo:** 8 L/min

**Tempo de voo:** 18.10 min (@22000 mAh bateria & tanque vazio, peso total 29 kg)

/8 min (@22000 mAh bateria e tanque cheio, peso total 60.3 kg)

## 2.2.2. Componentes básicos de uma ARP de aplicação

Os componentes básicos de um drone de pulverização agrícola incluem:

- **Drone:** O próprio drone é o componente principal, geralmente equipado com hélices para sustentação e propulsão, além de uma estrutura robusta capaz de suportar o peso dos tanques de produtos fitossanitários e outros equipamentos.
- **Sistema de Pulverização:** O sistema de pulverização é composto por tanques que armazenam os produtos fitossanitários a serem aplicados, bem como bombas e bicos de pulverização que dispersam esses produtos sobre as plantações. Os bicos de pulverização podem ser configurados para garantir uma distribuição uniforme dos produtos e minimizar o desperdício.
- **Bateria e Sistema de Energia:** Os drones são alimentados por baterias recarregáveis que fornecem energia para as hélices, o sistema de pulverização e outros componentes eletrônicos. A duração da bateria é um fator importante a considerar, pois afeta a autonomia de voo e a área que o drone pode cobrir em uma única carga.
- **GPS e Sistemas de Navegação:** Os drones de pulverização agrícola são equipados com sistemas de navegação por GPS que permitem planejar rotas de voo precisas e pré-programadas. Isso ajuda a garantir uma cobertura completa da área alvo e evita sobreposições ou lacunas na aplicação dos produtos fitossanitários.
- **Sensores e Câmeras:** Alguns drones podem ser equipados com sensores e câmeras que coletam dados sobre as condições das plantações, como saúde das culturas, níveis de umidade e presença de pragas ou doenças. Essas informações podem ser utilizadas para monitorar o desenvolvimento das plantações e otimizar as estratégias de aplicação de produtos fitossanitários.
- **Software de Planejamento e Controle:** O software de planejamento e controle permite aos operadores do drone programar rotas de voo, definir áreas alvo para aplicação, monitorar o progresso da pulverização em tempo real e analisar os dados coletados durante as missões de voo.

### 2.2.2.1 Componentes Essenciais do Amarelin 30L e funcionalidades

#### I Estrutura Física

- a. Trem de Pouso: Garante suporte estável durante pousos e decolagens;
- b. Braços Dobráveis: Conjunto de quatro braços dobráveis para facilitar o transporte e armazenamento, tornando o drone mais prático e versátil;
- c. Frame: Estrutura que protege componentes eletrônicos vitais.

#### II Sensores

- a. Sensor Terrestre: Detecta variações no terreno para ajuste preciso da altitude de voo e acompanhamento de solo;
- b. Sensores de Impacto: Previne colisões com obstáculos, assegurando a integridade do dispositivo.

#### III Sistema de Pulverização

- a. Bicos Pulverizadores Centrífugos: Quatro bicos para distribuição uniforme de líquidos durante a pulverização;
- b. Hopper de 30 Litros: Tanque responsável pelo armazenamento de insumos agrícolas na forma líquida;
- c. Bomba Dupla e fluxômetro: Asseguram uma aplicação contínua, precisa e controlada dos insumos agrícolas.

#### IV Câmera e Comunicação

- a. Câmera 1080p 60fps com Lente Fish-Eye: Transmite imagens de alta resolução para análises detalhadas;
- b. Antenas de Rádio e RTK: Duas antenas de rádio (5 dbi) e uma antena RTK (3 dbi) garantem comunicação estável e posicionamento preciso;
- c. Conjunto de LED para Voos Noturnos: Facilita operações noturnas;
- d. Dispositivo de Comunicação MOKS 30: Garante comunicação eficiente entre o drone e a bateria.

#### V Sistema de Propulsão

- a. Motores Elétricos: Quatro conjuntos de motores elétricos proporcionam potência ao drone;
- b. Hélices de material compósito: Hélices constituídas de material leve e resistente, que garante eficiência e durabilidade ao componente.

#### VI Controle e Processamento

- a. Placa Lógica de Distribuição de Bateria e Conexão Elétrica: Gerencia a distribuição de energia e as conexões elétricas do drone;
- b. Hub de 8 Portas e K++: Funcionam como o cérebro do drone, gerenciando processamento e operações;
- c. Rádio Controle MK15: Dispositivo que funciona a partir de sinais de rádio frequência (RF), e permite ao piloto remoto ter controle sobre as funções da aeronave. Consiste em transmissor e receptor, este a bordo da aeronave e aquele nas mãos do piloto em solo.



#### VII Sistemas de Posicionamento

- a. GPS: Dispositivo vinculado ao Sistema de Posicionamento Global. Permite determinar a posição geográfica precisa de um receptor em qualquer lugar do planeta. Utilizado para mapeamento e navegação precisa;
- b. Dispositivo de Sensor RTK: Captação de satélites para posicionamento altamente preciso.

#### VIII Refrigeração

- a. Cooler: Garante refrigeração adequada aos motores, assegurando uma operação eficaz mesmo em condições climáticas desafiadoras como em altas temperaturas e incidência solar extrema.

### **2.2.3. Softwares**

Os drones contam com diversos softwares que desempenham funções específicas. O sistema operacional do rádio controle é responsável por fornecer a interface de interação entre o operador e o drone, permitindo o controle direto das funções básicas. O aplicativo de gerenciamento de voo e pulverização, por sua vez, é uma ferramenta crucial que possibilita o planejamento de rotas de voo, a definição de pontos de interesse e o monitoramento em tempo real das operações, sendo essencial para missões especializadas, como pulverização agrícola. Além disso, o uso de um aplicativo dedicado para atualizações garante que o drone esteja sempre equipado com as versões mais recentes de firmware e software, garantindo melhor desempenho, segurança e incorporação de novos recursos.

#### **2.2.3.1. Agri Assistant APP**

O Agri Assistant APP é o aplicativo de gerenciamento de missão do Amarelin 30L. Este software abrangente permite o registro eficiente de operações diárias, facilita o planejamento de voos e realiza calibrações necessárias à operação. Com menus intuitivos, o aplicativo organiza informações cruciais em categorias como Rádio Controle, Drone e Módulo de Expansão. No menu Rádio Controle, os usuários podem ajustar o modo de voo, enquanto o menu Dispositivo oferece informações vitais, como leitura de tensão da bateria, status dos sensores (acelerômetro e bússola) e modo de trabalho do spray. Existe ainda um terceiro módulo que incorpora funcionalidades avançadas, como radares de obstáculo e suporte ao sistema de posicionamento RTK, além de gerenciamento de pulverização de sólidos.

### **2.2.4. Modos operacionais**

A seleção do modo operacional dependerá das necessidades específicas da operação, proporcionando flexibilidade para situações que demandam maior intervenção humana ou para aquelas em que a automação é vantajosa para otimização e eficiência. Essa variedade de modos permite adaptar o drone de pulverização agrícola às demandas específicas de cada contexto de operação.

#### **I Modo 100% Manual**

Neste modo, a operação do drone de pulverização agrícola é totalmente controlada pelo piloto remoto. Todos os sensores estão ativos, proporcionando informações essenciais, mas a aeronave não utiliza automação para navegação, mapeamento ou pulverização. O piloto tem controle total sobre as funções do drone, incluindo voo, direção, altitude e acionamento da pulverização. Esse modo é útil em situações que demandam intervenção humana direta e ajustes precisos durante a operação.

## **II Modo Autônomo**

No modo autônomo, o drone realiza suas operações com base em um plano de voo predefinido. O piloto remoto planeja a missão, estabelecendo parâmetros como trajetória, altura e áreas-alvo de pulverização. Sensores estão ativados para mapeamento e detecção de obstáculos. Durante o voo autônomo, o drone controla automaticamente as funções de pulverização, ajustando a taxa de aplicação conforme a programação. Além disso, recursos como retorno automático à base são habilitados para garantir a segurança da aeronave. Esse modo é eficaz para cobrir grandes áreas de forma eficiente, seguindo uma rota predefinida, reduzindo a dependência constante do piloto.

## **III Modo Semi-Autônomo**

O modo semi-autônomo combina elementos de controle manual e automação. O piloto remoto assume a responsabilidade de levantar voo e pousar, proporcionando um controle manual para as fases críticas do voo. No entanto, uma vez no ar, o drone opera autonomamente na execução da missão de pulverização. Sensores são ativados para mapeamento e detecção de obstáculos, e o controle da bomba de pulverização é automatizado. Após completar a missão, o drone pode retornar automaticamente à base. Esse modo oferece uma abordagem equilibrada, permitindo que o piloto mantenha o controle direto quando necessário, ao mesmo tempo em que aproveita os benefícios da automação durante a operação autônoma.

## Módulo 2 – Exercícios resolvidos:

### 1. Descreva os componentes básicos de um drone de pulverização agrícola e explique a função de cada um deles no processo de aplicação de produtos fitossanitários.

*Resposta:*

Um drone de pulverização agrícola é composto por diversos elementos essenciais que desempenham funções específicas durante o processo de aplicação de produtos fitossanitários.

O primeiro componente é o próprio drone, que serve como plataforma de voo e suporte para os demais equipamentos. Geralmente equipado com hélices, o drone proporciona sustentação e propulsão durante o voo.

O sistema de pulverização é outro componente fundamental, constituído por tanques de armazenamento dos produtos fitossanitários, bombas e bicos de pulverização. Esse sistema é responsável por dispersar os produtos sobre as plantações, garantindo uma distribuição uniforme e minimizando o desperdício.

A bateria e o sistema de energia são cruciais para alimentar os componentes eletrônicos do drone, como as hélices e o sistema de pulverização. A duração da bateria influencia diretamente na autonomia de voo e na área que o drone pode cobrir em uma única carga.

Os drones de pulverização agrícola são equipados com sistemas de navegação por GPS, permitindo o planejamento de rotas precisas e pré-programadas. Isso assegura uma cobertura completa da área alvo e evita sobreposições ou lacunas na aplicação dos produtos fitossanitários.

Alguns drones também podem ser equipados com sensores e câmeras, que coletam dados sobre as condições das plantações, como saúde das culturas, umidade do solo e presença de pragas. Essas informações são valiosas para monitorar o desenvolvimento das plantações e otimizar as estratégias de aplicação de produtos fitossanitários.

Por fim, o software de planejamento e controle permite aos operadores do drone

programar rotas de voo, definir áreas alvo para aplicação, monitorar o progresso da pulverização em tempo real e analisar os dados coletados durante as missões de voo.

### 2. Analise a relevância dos softwares utilizados em drones de pulverização agrícola, como o Agri Assistant APP e outros aplicativos de gerenciamento de missão. Discuta como essas ferramentas contribuem para a eficiência operacional, o monitoramento preciso e a maximização dos resultados na agricultura de precisão. Explique também como esses softwares podem ser adaptados para atender às necessidades específicas dos agricultores e operadores de drones.

*Resposta:*

A relevância dos softwares utilizados em drones de pulverização agrícola, como o Agri Assistant APP e outros aplicativos de gerenciamento de missão, é indiscutível no contexto da agricultura moderna. Essas ferramentas desempenham um papel fundamental na otimização das operações agrícolas, proporcionando uma série de benefícios.

Em primeiro lugar, esses softwares permitem o planejamento detalhado das missões de voo, incluindo a definição de rotas, pontos de interesse e áreas de pulverização. Isso contribui para uma distribuição precisa de insumos agrícolas, reduzindo o desperdício e maximizando a eficiência dos recursos. Além disso, os aplicativos de gerenciamento de missão oferecem a capacidade de monitorar as operações em tempo real, permitindo que os operadores ajustem as estratégias conforme necessário. Isso é especialmente importante em uma agricultura de precisão, onde pequenas variações podem ter um grande impacto nos resultados finais.

Outro aspecto relevante é a coleta e análise de dados agrícolas fornecidos pelos drones e sensores embarcados. Esses softwares permitem a geração de mapas de saúde das plantas, identificação de pragas, monitoramento de umidade do solo e outras

informações cruciais para a tomada de decisões no campo.

Além disso, a adaptabilidade desses softwares às necessidades específicas dos agricultores e operadores de drones é fundamental. A possibilidade de personalizar as configurações, integrar novas funcionalidades e atualizar o sistema de acordo com as demandas do usuário permite uma maior flexibilidade e eficácia na aplicação dos drones na agricultura.

Em resumo, os softwares utilizados em drones de pulverização agrícola desempenham um papel central na modernização e melhoria das práticas agrícolas. Ao proporcionar ferramentas avançadas de planejamento, monitoramento e análise de dados, esses softwares contribuem significativamente para aumentar a produtividade, reduzir os impactos ambientais e promover uma agricultura mais sustentável e eficiente.

**3. Descreva brevemente os três principais modos operacionais em drones de pulverização agrícola e explique em que situações cada modo seria mais vantajoso, considerando fatores como eficiência, precisão e flexibilidade operacional.**

*Resposta:*

No modo 100% manual, a operação do drone é totalmente controlada pelo piloto remoto, sem o uso de automação para navegação, mapeamento ou pulverização. Este modo é útil em situações que demandam intervenção humana direta e ajustes precisos durante a operação.

Já no modo autônomo, o drone realiza suas operações com base em um plano de voo predefinido. O piloto remoto estabelece parâmetros como trajetória, altura e áreas-alvo de pulverização. Este modo é eficaz para cobrir grandes áreas de forma eficiente, seguindo uma rota predefinida e reduzindo a dependência constante do piloto.

Por fim, o modo semi-autônomo combina elementos de controle manual e automação. O piloto remoto assume o controle manual para as fases críticas do voo, enquanto o drone opera autonomamente na execução da missão de pulverização. Este modo oferece uma abordagem equilibrada, permitindo que o piloto mantenha o controle direto quando necessário, ao mesmo tempo em que aproveita os benefícios da automação durante a operação autônoma.

## Módulo 3 – Manejo agrícola

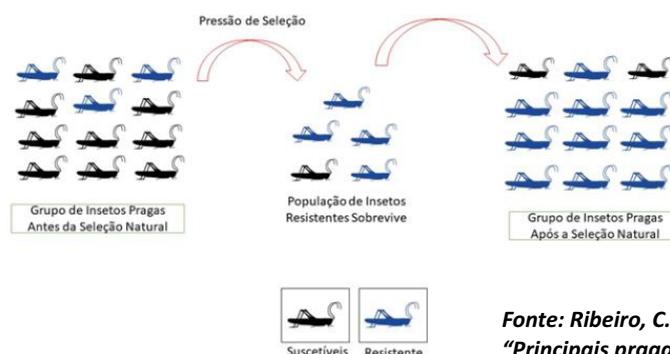
### 3.1 Pragas, doenças e plantas daninhas

No contexto da pulverização agrícola, o controle de pragas, doenças e plantas daninhas desempenha um papel crucial na garantia da produtividade e da qualidade das culturas. Pragas como insetos, ácaros e nematoides, juntamente com doenças causadas por fungos, bactérias e vírus, representam ameaças significativas às safras, comprometendo tanto o rendimento quanto a qualidade dos produtos agrícolas. Além disso, as plantas daninhas competem por recursos essenciais, como água, luz solar e nutrientes, reduzindo o potencial de produção das culturas desejadas. Nesse cenário, estratégias eficazes de manejo e controle, incluindo o uso responsável de defensivos agrícolas e práticas de manejo integrado, tornam-se essenciais para minimizar os impactos negativos desses organismos e garantir o sucesso das operações agrícolas. O conhecimento detalhado sobre as características, ciclos de vida e modos de ação desses agentes, juntamente com a aplicação precisa de técnicas de pulverização, são aspectos fundamentais para mitigar os danos e maximizar o potencial produtivo das lavouras.

#### 3.1.1 Pragas e doenças

As pragas, que incluem insetos, ácaros, roedores e outros organismos nocivos, podem causar danos substanciais às plantações, alimentando-se das folhas, frutos e raízes das plantas cultivadas. Por outro lado, as doenças, causadas por fungos, bactérias, vírus e nematoides, também representam uma ameaça séria, podendo se espalhar rapidamente e comprometer a saúde das plantas, resultando em perdas significativas de colheitas. O controle eficaz desses problemas no campo requer uma abordagem integrada que combina medidas preventivas, como o uso de sementes resistentes, práticas culturais adequadas e manejo do ambiente, com estratégias de controle, como o uso de pesticidas e métodos biológicos. O monitoramento constante das culturas e a adoção de medidas de controle apropriadas são essenciais para minimizar os danos causados por pragas e doenças e garantir a segurança alimentar e a sustentabilidade da agricultura.

O problema das pragas na agricultura brasileira é uma questão histórica que persiste ao longo do tempo, afetando negativamente as colheitas e prejudicando a produtividade e a qualidade dos produtos agrícolas. Apesar do avanço no desenvolvimento agrícola, as pragas continuam representando um desafio significativo devido à sua capacidade de adaptação e resistência aos inseticidas. O uso indiscriminado desses produtos contribui para a pressão seletiva, resultando na sobrevivência e na reprodução de insetos mais resistentes. Essa resistência é transmitida às gerações seguintes, reduzindo a eficácia dos defensivos agrícolas e aumentando a necessidade de novas soluções. Essa situação cria um ciclo contínuo de demanda por novos produtos, tornando a gestão de pragas um desafio constante para os agricultores.

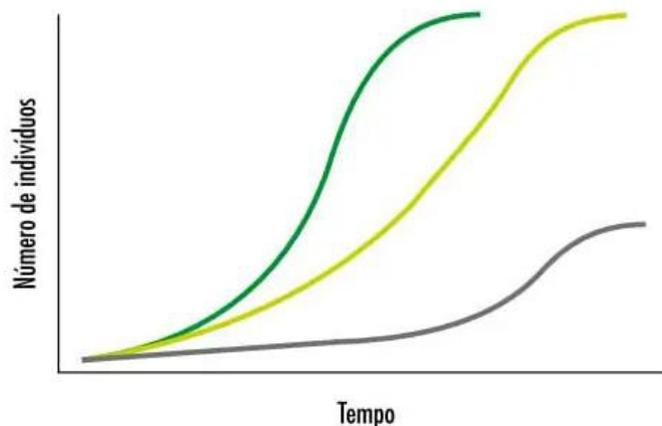


Fonte: Ribeiro, C.

"Principais pragas na agricultura do Brasil".

### 3.1.1.1 Fatores que favorecem o ataque de pragas

Vários fatores podem favorecer o ataque de pragas nas lavouras. Entre eles, destacam-se as condições climáticas favoráveis, como temperaturas elevadas e umidade, que proporcionam um ambiente propício para a reprodução e proliferação dos insetos. Além disso, a falta de diversificação de culturas, falta de rotação e o monocultivo contribuem para a disseminação rápida de pragas, pois fornecem um ambiente ideal para sua sobrevivência e reprodução. A ausência de práticas de manejo integrado de pragas, que incluem o controle biológico e cultural, também pode aumentar a vulnerabilidade das plantações. Ademais, a resistência genética das plantas cultivadas, a adubação desequilibrada e o uso inadequado de agrotóxicos podem enfraquecer as defesas naturais das culturas, tornando-as mais suscetíveis aos ataques de pragas. Em conjunto, esses fatores podem criar um ambiente favorável para a proliferação e danos causados pelos insetos prejudiciais às plantações. A figura seguinte ilustra curvas teóricas de crescimento de organismos vivos.



*Fonte: Fernandes, C. "Controle biológico de pragas".*

### 3.1.1.2 Métodos de controle de pragas

Existem diversos métodos de controle de pragas utilizados na agricultura, cada um com suas particularidades e aplicabilidades. Entre os principais métodos, destacam-se o controle biológico, que envolve o uso de organismos vivos, como predadores, parasitoides e patógenos, para controlar as populações de pragas de forma natural e sustentável. O controle cultural também é amplamente empregado e envolve práticas agrícolas que visam reduzir as condições favoráveis ao desenvolvimento das pragas, como rotação de culturas, plantio de variedades resistentes e manejo adequado do solo. Além disso, o controle químico, que utiliza pesticidas e inseticidas, é uma opção comum, mas requer cuidados para evitar impactos ambientais e problemas de resistência das pragas. Outros métodos incluem o controle físico, que envolve o uso de barreiras físicas ou armadilhas e também o uso de métodos como fogo, drenagem, inundação, temperatura e radiação eletromagnética. Por fim existe também o controle genético, que busca desenvolver plantas geneticamente modificadas para resistir às pragas. Estes são métodos tradicionais de controle. Com o intuito de otimizar o processo, foi criado um método que abrange todo um pacote tecnológico que auxilia o produtor com diferentes ferramentas de controle, conhecido como MIP ou Manejo Integrado de Pragas.

Segundo (Picanço, 2010), a seleção do método de controle depende de alguns aspectos:

- **Parâmetros técnicos:** Este critério envolve a avaliação da eficácia do método de controle de pragas. Isso inclui a capacidade do método em reduzir ou eliminar a população de pragas de forma eficiente, considerando fatores como a rapidez de ação, a abrangência do controle e a sua durabilidade ao longo do tempo.
- **Econômicos:** Aspectos econômicos referem-se aos custos envolvidos na implementação do método de controle de pragas em relação aos benefícios esperados. Isso inclui não apenas os custos diretos dos produtos ou equipamentos utilizados, mas também os custos indiretos associados, como mão de obra, tempo de aplicação e impacto na produtividade agrícola.
- **Ecotoxicológicos:** Esse aspecto considera os potenciais efeitos adversos dos métodos de controle de pragas no meio ambiente e na saúde humana. Isso envolve a avaliação dos possíveis impactos dos produtos químicos utilizados nos ecossistemas, na biodiversidade, na qualidade da água, do solo e do ar, bem como na saúde dos agricultores e consumidores.
- **Sociológicos:** Os aspectos sociológicos dizem respeito à aceitação e viabilidade do método de controle de pragas pela comunidade agrícola e pela sociedade em geral. Isso inclui considerações sobre a facilidade de uso, a acessibilidade do método, a disponibilidade de treinamento e assistência técnica, bem como a conformidade com as regulamentações e normas locais.

### 3.1.1.3 Manejo integrado de pragas (MIP)

O Manejo Integrado de Pragas (MIP) é uma abordagem holística (que abrange o todo) e sustentável para controlar pragas na agricultura, que visa minimizar o impacto negativo sobre o meio ambiente e a saúde humana. Essa estratégia combina diferentes métodos de controle, como o uso de agentes biológicos, o manejo cultural, o controle químico e o monitoramento constante das populações de pragas. O MIP considera os aspectos econômicos, ecológicos e sociais do sistema agrícola, adaptando-se às condições específicas de cada região e cultura. Ao promover a diversidade de táticas de controle e reduzir a dependência de pesticidas, o MIP ajuda a preservar os inimigos naturais das pragas, reduzir os riscos de resistência, promover a

segurança alimentar e garantir a sustentabilidade dos sistemas de produção agrícola a longo prazo. Os principais componentes do MIP são:

**Monitoramento e Identificação:** Consiste na observação regular das pragas para determinar sua presença, distribuição e níveis populacionais. A identificação correta das pragas é fundamental para selecionar as estratégias de controle adequadas.

**Tomada de Decisão Baseada em Dados:** Utiliza informações coletadas durante o monitoramento para decidir quando e como intervir no controle das pragas. Decisões são baseadas em critérios como limiares de danos econômicos e avaliação dos riscos.

**Integração de Práticas:** O MIP busca integrar diferentes estratégias de controle de pragas (como as citadas anteriormente) de forma coordenada e complementar, aproveitando os pontos fortes de cada abordagem para maximizar a eficácia do controle e reduzir os impactos negativos ao meio ambiente e à saúde humana.

### 3.1.1.4 Tipos de pragas

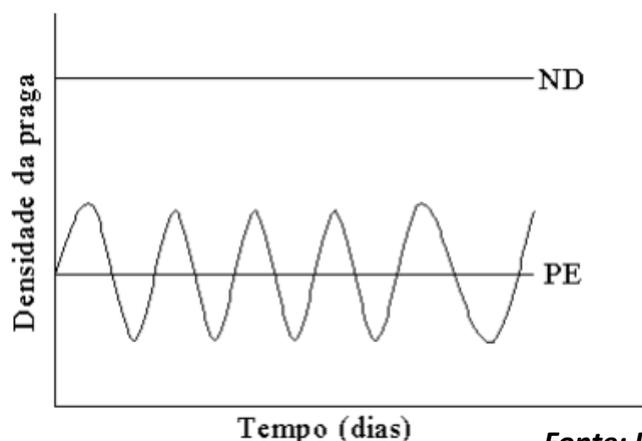
Segundo (Picanço, 2010), as pragas podem ser classificadas da seguinte maneira:

De acordo com a parte da planta que é atacada:

- **Praga direta:** Ataca diretamente a parte comercializada (ex: Broca pequena do tomateiro, que ataca os frutos);
- **Praga indireta:** Ataca uma parte da planta que afeta indiretamente a parte comercializada (ex: Lagarta de soja, que causa desfolha).

De acordo com sua importância:

- **Organismos não praga:** São aqueles que sua densidade populacional nunca atinge o nível de controle. Correspondem a maioria das espécies fitófagas encontradas nos agroecossistemas.

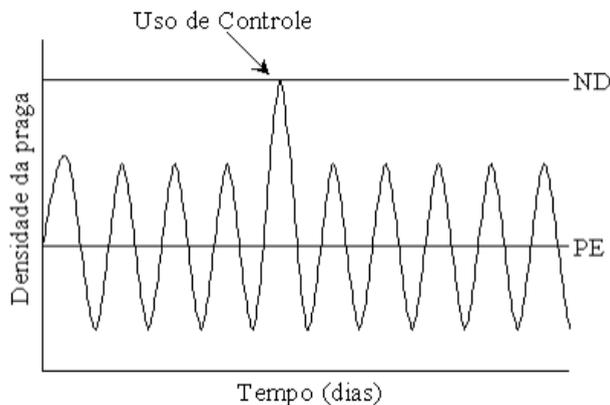


*Fonte: Picanço, 2010.*

PE: Ponto de equilíbrio (densidade populacional média do organismo)

ND: Nível de dano (Momento em que é necessário o controle)

- **Pragas ocasionais ou secundárias:** São aqueles que raramente atingem o nível de controle. (ex: Ácaros na cultura do café).

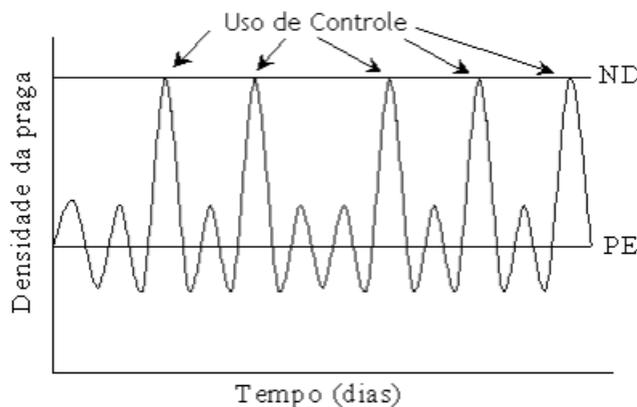


ND: Nível de dano  
(Momento em que é necessário o controle)

PE: Ponto de equilíbrio  
(densidade populacional média do organismo)

**Fonte: Picanço, 2010.**

- **Pragas chaves:** São aqueles organismos que frequentemente ou sempre atingem o nível de controle. São poucas as espécies nesta categoria nos agroecossistemas, em muitas culturas só ocorre uma praga chave.
- **Pragas frequentes:** São organismos que frequentemente atingem o nível de controle. (ex: Cigarrinha verde em feijoeiro).

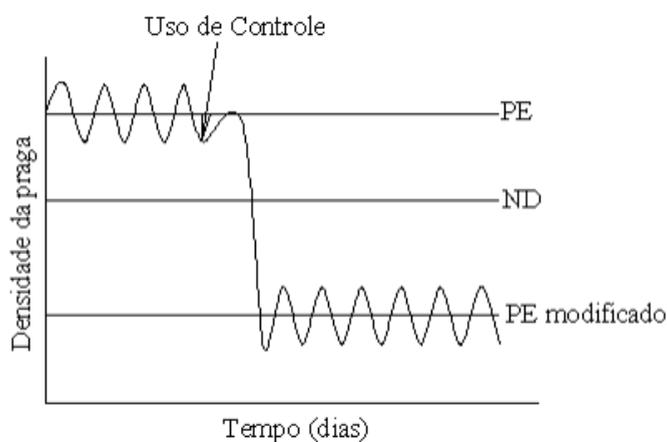


ND: Nível de dano  
(Momento em que é necessário o controle)

PE: Ponto de equilíbrio  
(densidade populacional média do organismo)

**Fonte: Picanço, 2010.**

- **Pragas severas:** São organismos cuja parte de equilíbrio é maior que o nível de controle (ex: Formigas saúvas em pastagens)



PE: Ponto de equilíbrio  
(densidade populacional média do organismo)

ND: Nível de dano  
(Momento em que é necessário o controle)

**Fonte: Picanço, 2010.**

### 3.1.1.5 Principais grupos de pragas agrícolas

**Lesmas e Caracóis:** Lesmas e caracóis são moluscos que se alimentam de uma variedade de culturas, causando danos ao roerem folhas, frutas e caules. Eles prosperam em ambientes úmidos e são mais ativos durante a noite.

**Ácaros:** Os ácaros são aracnídeos microscópicos que se alimentam de células vegetais, causando danos às folhas das plantas. Eles se reproduzem rapidamente em condições quentes e secas, sendo difíceis de serem controlados.

**Insetos:** Os insetos são uma das principais pragas agrícolas, abrangendo uma ampla variedade de espécies. Eles podem se alimentar de folhas, caules, raízes e frutos, causando danos significativos às plantações.

**Lepidópteros:** Este grupo inclui diversas espécies de mariposas e borboletas cujas larvas, conhecidas como lagartas, se alimentam de folhas, brotos e frutos das plantas hospedeiras, causando danos consideráveis às culturas.

**Besouros:** Os besouros podem atacar diferentes partes das plantas, incluindo folhas, flores, frutos e raízes. Suas larvas, em estágio de besouro, podem se alimentar de raízes, causando danos significativos.

**Formigas:** Embora nem todas as formigas sejam pragas, algumas espécies podem ser prejudiciais à agricultura, como as formigas cortadeiras, que cortam folhas para alimentar seus fungos simbiotes, e as formigas doceiras, que se alimentam do néctar das plantas e podem proteger insetos pragas de seus predadores naturais.

**Moscas:** Algumas moscas, como a mosca-das-frutas, podem causar danos às culturas agrícolas, depositando ovos em frutos maduros. As larvas que eclodem dos ovos se alimentam da polpa dos frutos, tornando-os impróprios para consumo humano.

**Percevejos:** Os percevejos são insetos sugadores de seiva que se alimentam de várias partes das plantas, incluindo folhas, caules e frutos. Eles injetam saliva tóxica nas plantas, causando danos e deformações.

**Tripes:** Os tripes são insetos pequenos que se alimentam de sucos celulares das plantas, causando danos principalmente em flores, brotos e folhas novas. Eles podem transmitir vírus e causar deformações nas plantas.

**Orthoptera:** Este grupo inclui gafanhotos e grilos que se alimentam de folhas, caules e sementes das plantas, podendo causar danos significativos às culturas.

**Cupins:** Os cupins são insetos sociais que se alimentam de celulose presente em madeira, raízes e outros materiais vegetais. Eles podem causar danos estruturais em plantações, construções e outros materiais de madeira.

### 3.1.1.6 Doenças

As doenças das plantas resultam geralmente de microrganismos, como bactérias, fungos, nematódeos e vírus, ou podem ser causadas por deficiência ou excesso de fatores essenciais, como nutrientes, água e luz, conhecidas como distúrbios fisiológicos. O controle eficaz das doenças exige uma gestão agrônômica cuidadosa, incluindo práticas de cultivo adequadas, como época de plantio favorável, adubação equilibrada, controle de plantas daninhas e escolha de variedades adaptadas ao clima e solo. Medidas preventivas, como a observância desses aspectos antes do plantio, são essenciais (Embrapa, adaptado).

### 3.1.1.6.1 Doenças causadas por bactérias

Doenças em plantas causadas por bactérias representam uma preocupação significativa na agricultura, afetando uma ampla gama de culturas em todo o mundo. Essas doenças são caracterizadas pelo ataque bacteriano aos tecidos vegetais, resultando em sintomas que incluem manchas nas folhas, lesões nas hastes, podridão radicular e morte prematura das plantas. No Brasil, algumas das doenças bacterianas mais comuns incluem:

- Murcha bacteriana;
- Mancha bacteriana;
- Pinta bacteriana;
- Cancro bacteriano;
- Talo oco.



*Mancha bacteriana no tomate*

### 3.1.1.6.2 Doenças causadas por fungos

As doenças em plantas causadas por fungos representam um desafio significativo na agricultura, sendo um dos problemas mais comuns e prejudiciais para as culturas agrícolas em todo o mundo. Estudos indicam que grande parte das culturas alimentares são destruídas anualmente devido a doenças fúngicas. Esse impacto é tanto humanitário quanto econômico, uma vez que afeta a segurança alimentar e a economia agrícola. Os fungos patogênicos afetam as plantas através de diversas vias, incluindo feridas, estômatos e poros de água, com os esporos fúngicos frequentemente sendo transportados pelo vento. Os sintomas dessas doenças geralmente se manifestam como necrose local ou generalizada, interferindo no crescimento normal das plantas e causando anormalidades como manchas nas folhas, exfoliação, podridão, antracnose, úlceras, ondulações foliares e verrugas. Algumas das principais doenças causadas por fungos são:

- Mancha-de-estenfilio (*Stemphyllium* spp.);
- Mela-de-rizoctonia (*Rhizoctonia solani*);
- Murcha-de-fusário (*Fusarium oxysporum* fsp);
- Murcha-de-verticílio (*Verticillium dahliae*);
- Pinta-preta (*Alternaria solani*);
- Podridão-de-esclerócio (*Sclerotium rolfsii*);
- Requeima (*Phytophthora infestans*);
- Septoriose (*Septoria lycopersici*).



*Requeima em folha de batata*

### 3.1.1.6.3 Doenças causadas por nematódeos

Os nematódeos são parasitas que se alimentam sugando os sucos das plantas, levando muitas vezes a uma aparência de seca nas plantas afetadas. Entre os sintomas mais comuns das doenças causadas por nematódeos estão o amarelamento das folhas, o retardamento do crescimento, a falta de resposta aos fertilizantes e à água, a deterioração gradual da planta e a redução ou destruição dos sistemas radiculares. Esses sinais indicam a presença e o impacto negativo desses parasitas nas plantas, comprometendo a produção agrícola. A doença mais comum causada por esses parasitas é a Nematóide-das-galhas (*Meloidogyne incógnita*).



*Raíz afetada por nematóide*

### 3.1.1.6.4 Doenças causadas por vírus

Os vírus e viroides, agentes infecciosos subvirais, são considerados os inimigos mais críticos das plantas, pois uma vez infectadas, é quase impossível salvar as plantas afetadas. A propagação dessas doenças ocorre principalmente através de uma mistura de plantas saudáveis e doentes, além de se espalharem através da reprodução vegetativa, sementes, pólen e insetos, com os insetos vetores, como pulgões, moscas-brancas, cigarrinhas e tripses, desempenhando um papel fundamental nesse processo. A disseminação do vírus pode resultar em danos insignificantes ou levar à perda total da produção. A identificação precisa dos vírus envolvidos requer testes laboratoriais complementares, uma vez que a avaliação visual dos sintomas não é suficiente.

As manifestações das doenças virais em plantas podem ser classificadas em quatro categorias, conforme os sintomas observados:

- Malformações, que incluem o crescimento irregular dos brotos e a distorção das folhas e flores;
- Necrose, caracterizada pela murchidão e o surgimento de manchas e riscas circulares;
- Nanismo, que se traduz pelo crescimento retardado das partes da planta ou da planta como um todo;
- Descoloração, como o amarelamento das folhas e a obstrução das veias.
- Doenças que afetam as raízes das plantas, resultando em seu apodrecimento, são indicativas da presença de infecção viral. Entretanto, algumas dessas doenças podem ser assintomáticas, servindo como portadoras latentes do vírus. Portanto, é crucial manter uma vigilância rigorosa para combater esse tipo de infecção.

As doenças virais mais comuns em plantas são:

- Mosaico-do-fumo;
- Mosaico do vírus Y;
- Topo-Amarelo;
- Vira-cabeça.



*Folha afetada por vírus mosaico*

### 3.1.1.6.5 Medidas para evitar o aparecimento de doenças ou reduzir seu efeito

Segundo a Embrapa, em um de seus portais sobre doenças, algumas medidas podem ser tomadas para evitar o aparecimento de doenças ou reduzir o seu efeito. São elas:

- Plantar sementes de boa qualidade, adquiridas de firmas idôneas. Em caso de produção própria, devem ser escolhidas as plantas saudáveis para se retirar sementes. Muitas doenças das pimentas são transmitidas pela semente;
- Preferir variedades bem adaptadas ao clima local e à época de plantio, e que tenham resistência às principais doenças que ocorrem na região. Estas informações podem ser obtidas em catálogos de empresas de sementes;
- Escolher para instalação da cultura uma área bem ventilada, que não tenha histórico de plantio recente com solanáceas (pimentão, tomate, berinjela, jiló), com solo bem drenado, não sujeita a empoçamento de água;
- Fazer uma adubação balanceada, baseada em análise do solo. Falta ou excesso de nutrientes são causas frequentes de distúrbios fisiológicos graves;
- Produzir ou adquirir mudas saudáveis. Infecções precoces, provocadas por semente contaminada ou substrato infestado, dificultam sobremaneira a manutenção da sanidade nas plantas adultas. Sementeiras devem ser feitas preferencialmente em telados instalados em locais separados do campo de cultivo, onde as mudas ficam protegidas de vetores de vírus;

- Evitar o excesso de água na irrigação, pois este é o fator que mais afeta o desenvolvimento de doenças, em especial aquelas associadas ao solo;
- Usar água de irrigação de boa qualidade, que não tenha sofrido contaminação antes de chegar à propriedade;
- Controlar os insetos que são vetores de viroses e que provocam ferimentos nas plantas, principalmente nos frutos;
- Evitar ferimentos à planta durante as operações de amarrio, capinas, irrigação ou outros tratamentos culturais;
- Realizar as pulverizações de preferência de forma preventiva, quando as condições climáticas forem favoráveis a uma determinada doença. Após o seu estabelecimento, a maioria das doenças não pode mais ser controlada;
- Evitar ao máximo o trânsito de pessoas e de máquinas que podem levar estruturas de patógenos de uma área para outra. Em cultivos protegidos, recomenda-se colocar uma caixa com cal virgem na entrada para desinfestação de calçados;
- Destruir os restos culturais, que normalmente hospedam populações de patógenos e insetos. Esta destruição pode ser feita por enterrio profundo ou queima controlada;
- Realizar rotação de culturas, de preferência com gramíneas, tais como milho, trigo, arroz, sorgo ou capim. Esta medida é muito importante para o controle de doenças de solo, mais difíceis de serem controladas;
- Inspeccionar a lavoura com frequência para identificar possíveis focos de doença, ainda em seu início.

### 3.1.2 Plantas daninhas

As plantas daninhas têm como característica uma alta capacidade de adaptação a uma variedade de ambientes, mesmo em condições adversas de crescimento e desenvolvimento. Essas plantas têm a habilidade de explorar eficientemente os recursos naturais disponíveis, como água, luz e nutrientes, conferindo-lhes uma vantagem competitiva sobre as culturas agrícolas. Quando as plantas daninhas emergem antes das culturas, a competição pode ser menos intensa, dependendo da densidade e dos hábitos das plantas invasoras no campo. Algumas espécies de plantas daninhas reduzem a competição com as culturas por meio da liberação de substâncias alelopáticas que inibem o crescimento de outras plantas, incluindo as culturas.

As plantas invasoras garantem sua sobrevivência por meio de estratégias como dormência e germinação desigual das sementes, tornando seu controle desafiador, uma vez que não germinam simultaneamente, mesmo sob condições ideais de temperatura, umidade e luz. Além disso, essas plantas têm um crescimento rápido, alcançando a maturidade em curtos períodos. Embora a produção de sementes seja alta, muitas plantas invasoras também se reproduzem por bulbos, tubérculos, rizomas e enraizamento, o que aumenta sua capacidade de infestação e propagação.

A presença de plantas daninhas em áreas cultivadas pode reduzir significativamente o valor comercial do local e até mesmo comprometer a viabilidade da exploração agrícola. Os efeitos negativos incluem a competição por recursos limitados, como nutrientes essenciais, exemplificada pela presença de nematoides em raízes de plantas invasoras como apaga-fogo, capim-pé-de-galinha, anileira e mentrasto, representando um potencial risco para culturas como o milho e seus sucessores. O grau de interferência das plantas daninhas é determinado pelas espécies presentes, sua distribuição espacial, o período de convivência com a cultura e o

ambiente. A identificação correta das espécies e sua frequência na área são cruciais para o Manejo Integrado de Plantas Daninhas (MIPD), considerando que cada espécie tem seu potencial de estabelecimento e agressividade. No Brasil, o espectro de espécies infestantes inclui tanto plantas monocotiledôneas, como capim-marmelada, capim-braquiária, timbete, milhã, capim-amargoso e capim-pé-de-galinha, quanto dicotiledôneas, como apaga-fogo, caruru, balãozinho, picão-preto, trapoeraba, buva, leiteira, corda-de-viola, nabiça, poaia-branca, guanxuma e erva-quente, entre outras (Embrapa, adaptado).

A estratégia eficaz de manejo de plantas daninhas deve combinar a eficiência técnica e econômica do método escolhido com o período de maior suscetibilidade das espécies-alvo. A seleção do método deve considerar diversos fatores, como o tipo de cultura, o tamanho e relevo da área, as condições climáticas, a disponibilidade de equipamentos e mão de obra, a qualidade da água e as plantas daninhas predominantes. Os principais métodos incluem o mecânico, que envolve o uso de cultivadores com tração animal ou trator, e o químico, que se baseia no uso de herbicidas, especialmente preferido por médios e grandes produtores devido à escassez de mão de obra e outras complicações no meio rural.

O uso intenso de herbicidas, no entanto, criou outro problema no campo: a resistência de plantas daninhas aos químicos. A resistência de plantas daninhas a herbicidas é um desafio significativo na agricultura moderna. Embora os herbicidas tenham sido uma ferramenta eficaz para o controle das plantas invasoras devido à sua praticidade e eficiência, o uso excessivo levou ao surgimento de casos de resistência em diversas espécies. Esse fenômeno compromete os rendimentos das culturas, aumenta os custos de produção e limita a eficácia de certos herbicidas. A resistência ocorre quando um biótipo sobrevive à aplicação de um herbicida que normalmente controlaria a população da espécie. Espécies como trapoeraba, corda-de-viola, erva-quente e poaia demonstram diferentes níveis de tolerância a herbicidas, o que não deve ser confundido com resistência. A resistência pode ser simples, cruzada ou múltipla, e sua ocorrência está associada a mudanças genéticas na população de plantas daninhas. No Brasil, os primeiros relatos de resistência datam da década de 1980, e atualmente, várias espécies demonstram resistência a diferentes herbicidas usados na agricultura do país (Embrapa, adaptado).

Atualmente existe uma combinação de atividades que visam melhorar o manejo agrícola e diminuir a ocorrência de plantas daninhas bem como de outras pragas: o manejo integrado. Em vez de depender exclusivamente de pesticidas ou herbicidas, o Manejo Integrado combina várias estratégias, como o uso de agentes biológicos, métodos culturais, rotação de culturas, controle mecânico e o uso criterioso de produtos químicos.

O objetivo do manejo integrado de plantas daninhas é reduzir eficazmente a presença de espécies indesejadas durante o período crítico de competição, evitando danos irreversíveis às culturas e prejuízos no rendimento. Além disso, o manejo visa facilitar a colheita mecanizada, controlando a propagação das plantas daninhas e assegurando a produção nas safras futuras. Segundo a Embrapa, os objetivos podem ser resumidos em:

- Evitar perdas de rendimento pela competição;
- Otimizar a colheita;
- Evitar o aumento da infestação;
- Proteger o meio ambiente

## 3.2 Agrotóxicos

Os agrotóxicos, também conhecidos como defensivos agrícolas ou pesticidas, são substâncias químicas fundamentais na agricultura para controlar pragas, doenças e ervas daninhas, garantindo a produtividade das plantações. Embora essenciais, seu uso requer precauções específicas para mitigar riscos à saúde humana, fauna, flora e meio ambiente. É crucial seguir as recomendações dos fabricantes e órgãos reguladores, utilizar equipamentos de proteção individual, armazenar e manipular os produtos de forma segura, além de adotar técnicas de aplicação adequadas. A conformidade com a legislação vigente é essencial, com atenção às regulamentações sobre fabricação, registro, comercialização, uso e descarte dos agrotóxicos. O descarte correto, por meio de pontos de coleta e procedimentos específicos, é fundamental para prevenir a contaminação ambiental e proteger a saúde pública. Em suma, a utilização responsável dos agrotóxicos, aliada a práticas sustentáveis e educação, é essencial para equilibrar os benefícios agrícolas com a proteção do meio ambiente e da saúde humana.

No Brasil existem leis que estabelecem regras e diretrizes para o uso de agrotóxicos. Algumas delas são descritas no item 1.5.5.4 (Legislação de agrotóxicos no Brasil) desta apostila. A leitura e compreensão da íntegra de todas as leis citadas é fundamental.

### 3.2.1 Agrotóxicos e o consumidor

O impacto dos agrotóxicos no consumidor é uma preocupação crescente devido aos potenciais riscos à saúde associados à exposição a essas substâncias químicas. Resíduos de agrotóxicos podem permanecer nos alimentos que chegam à mesa dos consumidores, representando uma fonte de contaminação que pode contribuir para problemas de saúde, como intoxicações agudas e crônicas, alergias, distúrbios hormonais e até mesmo o desenvolvimento de doenças crônicas, como câncer. Portanto, a segurança alimentar e a proteção da saúde pública exigem uma supervisão rigorosa dos níveis de resíduos de agrotóxicos nos alimentos, bem como medidas para promover práticas agrícolas mais sustentáveis e o consumo consciente de produtos alimentícios.

Uma das principais preocupações na defesa do consumidor está relacionada ao uso de agrotóxicos não autorizados pela ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) ou com níveis de resíduos acima dos limites definidos, que são encontrados em amostras de alimentos disponíveis no mercado. A ANVISA estabeleceu o Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) para avaliar e garantir a qualidade dos alimentos em relação ao uso desses produtos químicos, divulgando relatórios públicos regularmente. Além disso, o Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) implementou o Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes em Produtos de Origem Vegetal (PNCRC/Vegetal) por meio da Instrução Normativa DAS/MAPA nº 42, de 31/12/08. Este plano tem como objetivo monitorar a qualidade dos produtos vegetais em todo o país, identificando a presença de resíduos de agrotóxicos e contaminantes químicos e biológicos.

Compete à ANVISA a responsabilidade de examinar e categorizar os agrotóxicos do ponto de vista toxicológico. Os desfechos das análises toxicológicas são empregados para determinar o parâmetro de segurança conhecido como Ingestão Diária Aceitável (IDA) para cada componente ativo dos agrotóxicos. Compete ao Código de Defesa do Consumidor resguardar os consumidores contra produtos que possam representar ameaças à sua segurança, bem como à sua saúde física e mental.

De acordo com o artigo 8º do Código de Defesa do Consumidor (CDC) fica estipulado que produtos e serviços disponibilizados no mercado de consumo não devem representar riscos à saúde ou segurança dos consumidores, sem prejuízo do disposto nos artigos 10 e 13 do mesmo

código. No artigo 18 do CDC, é instituída a responsabilidade solidária dos fornecedores de produtos de consumo em relação aos vícios de qualidade que os tornem impróprios ou inadequados para o consumo. Segundo seu parágrafo 5º, no caso de produtos in natura, a responsabilidade recai sobre o fornecedor imediato, a menos que o produtor esteja claramente identificado.

As normas de defesa do consumidor impõem, sem dúvida, que produtores, varejistas e órgãos públicos fiscalizadores evitem expor os consumidores a riscos à saúde e segurança, prevenindo a ocorrência de danos. A presença excessiva de defensivos químicos nos alimentos, que são parte essencial da dieta diária de toda a população, representa um sério risco à saúde e integridade dos consumidores.

### **3.2.2 Agrotóxicos e o meio ambiente**

Os agrotóxicos representam uma preocupação significativa para o meio ambiente devido aos potenciais impactos negativos que podem causar. Quando aplicados de maneira indiscriminada, esses produtos químicos podem contaminar o solo, a água e o ar, comprometendo a qualidade dos ecossistemas e a biodiversidade. Além disso, os agrotóxicos podem afetar organismos não-alvo, como insetos benéficos, pássaros e animais aquáticos, desequilibrando as cadeias alimentares e diminuindo a diversidade biológica. A contaminação dos recursos hídricos por resíduos de agrotóxicos também representa uma ameaça para a saúde dos ecossistemas aquáticos e para as comunidades que dependem dessas fontes de água para consumo e atividades econômicas.

A constituição federal garante a defesa do meio ambiente com relação a este tipo de produto. Segundo o art. 225, §1º, V, da Constituição Federal, compete ao Poder Público: "controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente".

### **3.2.3 Agrotóxicos na pulverização**

A legislação estabelece diferenciação entre o usuário e o prestador de serviço no contexto da aplicação de agrotóxicos, conforme o parágrafo único do artigo 4º da Lei nº 7.802/89. É possível que uma única pessoa desempenhe ambos os papéis. No entanto, se forem distintos, o aplicador precisa emitir uma guia de aplicação, que deve ser assinada também pelo usuário, de acordo com o artigo 42, IV, do Decreto nº 4.074/02. A aplicação dos agrotóxicos deve ser realizada estritamente conforme as orientações técnicas presentes na bula. A Lei nº 7.802/84 estipula que as bulas devem conter informações como o intervalo de segurança entre a aplicação e a colheita, o método de utilização, o nome das pragas ou doenças que o produto combate, a época adequada para aplicação, o número de aplicações, as doses e limites de uso, bem como as especificações dos equipamentos a serem utilizados. Qualquer tipo de aplicação em desacordo com as instruções da bula é proibido, sujeitando o usuário ou prestador de serviços a responsabilização administrativa, civil e criminal, conforme estabelece o artigo 14, "b", da Lei nº 7.802/89.

A pulverização aérea de agrotóxicos é permitida, desde que sejam observadas as condições detalhadas na bula, como temperatura, umidade do ar e velocidade do vento. No entanto, é desafiador atender a todas essas condições em campo devido à deriva, fenômeno criado a partir do deslocamento de ar causado pela sustentação das asas, que dispersa o agrotóxico para áreas não desejáveis.

A fiscalização das aeronaves é responsabilidade da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), enquanto as empresas devem manter registros tanto na ANAC quanto no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Por outro lado, a fiscalização da aplicação em si é conduzida pela Coordenadoria de Defesa Agropecuária (CDA). Todos os registros da aplicação aérea devem ser documentados em relatório operacional, assinado pelo piloto, pelo técnico agropecuário executor, pelo proprietário da área e pelo engenheiro agrônomo responsável técnico da empresa, e devem ser mantidos pela empresa por pelo menos dois anos.

### 3.2.4 Agrotóxico: da compra ao manuseio responsável

Existem basicamente quatro etapas que envolvem quem lida com agrotóxicos: compra, armazenagem, transporte e manuseio. São aspectos que exigem práticas responsáveis e cuidados específicos para garantir a segurança dos trabalhadores e a preservação do meio ambiente. Há boas práticas e exigências específicas de cada etapa. A ANDEF (Associação Nacional de Defesa Vegetal) ilustra, a partir do "Manual de uso correto e seguro de produtos fitossanitários/agrotóxicos". Segundo (ANDEF):

**Aquisição:** Primeiramente, é crucial adquirir o produto apenas mediante a apresentação da receita agrônômica, guardando uma via para registro. A exigência e guarda da nota fiscal também são essenciais, oferecendo respaldo ao consumidor perante o código de defesa do consumidor. Além disso, é importante verificar se a quantidade do produto adquirido é suficiente para tratar a área desejada, evitando excessos. O prazo de validade dos produtos deve ser minuciosamente examinado, recusando-se produtos vencidos, e embalagens danificadas não devem ser aceitas. Certificar-se de que as informações presentes no rótulo e na bula estão legíveis é imprescindível para garantir o uso correto do produto. A oportunidade também pode ser aproveitada para adquirir os Equipamentos de Proteção Individual (EPI). Por fim, é importante que o revendedor informe claramente o local onde as embalagens vazias devem ser devolvidas, promovendo a correta destinação desses resíduos. Esses procedimentos são indispensáveis para uma aquisição segura e responsável de agrotóxicos, contribuindo para a proteção da saúde humana e ambiental.

**Transporte:** Recomenda-se que o veículo utilizado seja uma caminhonete, mantendo-se em perfeitas condições de uso, incluindo freios, pneus, luzes, amortecedores e extintores. As embalagens devem ser organizadas de maneira segura no veículo e cobertas por uma lona impermeável, presa à carroceria, evitando vazamentos ou danos durante o transporte. É proibido transportar produtos fitossanitários dentro das cabines ou na carroceria quando esta transportar pessoas, animais, alimentos, rações ou medicamentos. O transporte deve ser sempre acompanhado da nota fiscal do produto e do envelope de transporte, com o transportador recebendo informações detalhadas sobre o produto, o envelope para transporte e a ficha de emergência. Em casos onde o produto é classificado como perigoso para o transporte, a nota fiscal deve conter informações específicas, como número da ONU, nome próprio para embarque, classe ou sub-classe do produto, além do grupo de embalagem. Para quantidades acima dos limites de isenção, o motorista deve possuir habilitação especial, e o veículo deve portar rótulos de riscos e painéis de segurança, além de um kit de emergência contendo Equipamentos de Proteção Individual (EPI), cones, placas de sinalização, lanterna, pá, ferramentas, entre outros. O cumprimento dessas diretrizes é essencial para garantir a segurança durante o transporte de agrotóxicos e para prevenir potenciais acidentes.

**Armazenamento:** O depósito deve ser localizado em um lugar livre de inundações e separado de outras edificações, como residências e instalações para animais. A construção deve ser de alvenaria, proporcionando boa ventilação e iluminação natural, com piso cimentado e telhado sem goteiras para manter o ambiente sempre seco. As instalações elétricas devem ser mantidas em bom estado para evitar curtos-circuitos e incêndios, e o depósito deve ser sinalizado com uma placa de "cuidado veneno". As portas devem permanecer trancadas para evitar acesso não autorizado. Os produtos devem ser armazenados de forma organizada, separados de alimentos, rações animais, medicamentos e sementes. Não é recomendável estocar produtos além das quantidades necessárias para uso a curto prazo, e nunca devem ser armazenados restos de produtos em embalagens sem tampa ou com vazamentos, mantendo sempre os produtos ou restos em suas embalagens originais. Para o armazenamento em armazéns comerciais, é fundamental consultar o Manual de Armazenamento da ANDEF e seguir a NBR 9843 da Associação Brasileira de Normas Técnicas. Essas diretrizes são essenciais para garantir a segurança e a integridade dos produtos armazenados, bem como para preservar a saúde e o meio ambiente.

**Manuseio:** O manuseio de agrotóxicos demanda a adoção de medidas de proteção rigorosas para garantir a segurança dos trabalhadores e a preservação do meio ambiente. O uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) é essencial durante todas as etapas de manipulação desses produtos. Os EPIs incluem itens como luvas, máscaras respiratórias, óculos de proteção, botas impermeáveis e macacões. Esses equipamentos protegem os trabalhadores contra a exposição direta à pele, aos olhos e às vias respiratórias, reduzindo os riscos de intoxicação e danos à saúde. Além disso, é importante seguir as orientações de manuseio presentes nos rótulos e bulas dos agrotóxicos, adotando práticas seguras de armazenamento, diluição e aplicação. Segundo a ANDEF, deve-se conhecer muito bem o produto a ser aplicado e agir o cuidado devido a cada nível de toxicidade. A melhor forma de informação sobre isso é o próprio rótulo e bula dos fitossanitários.



**Fonte:** ANDEF, “Manual de uso correto e seguro de produtos fitossanitários/agrotóxicos”.

A NR-31 (Segurança e Saúde no trabalho na agricultura, pecuária, silvicultura, exploração florestal e aquicultura) é uma Norma Regulamentadora que deve ser lida na íntegra. Ela estabelece regras sobre o manuseio de tais produtos, dentre elas, estabelece idade entre 18 e 60 anos e mulheres não gestantes em período de lactação. Também estabelece regras a respeito do uso de EPIs, dentre outras.

### 3.3 Toxicologia e uso de EPI

#### 3.3.1 Toxicologia

A toxicologia é a ciência que estuda os efeitos nocivos de substâncias químicas sobre organismos vivos, incluindo humanos, animais e o meio ambiente. No contexto da pulverização agrícola, a toxicologia desempenha um papel crucial na avaliação dos riscos associados ao uso de pesticidas e outros produtos químicos utilizados na proteção das culturas. Ela investiga como essas substâncias interagem com os organismos expostos, os mecanismos de toxicidade, os possíveis efeitos adversos à saúde e ao ecossistema, além de fornecer informações essenciais para o desenvolvimento de práticas seguras e sustentáveis na agricultura. Ao compreendermos os princípios da toxicologia, podemos promover a utilização responsável e eficaz dos produtos fitossanitários, visando à proteção da saúde humana e ambiental.



Fonte: Costa, “Toxicologia”.

Na pulverização agrícola, é comum que os entes envolvidos estejam expostos a diversas substâncias presentes nos produtos fitossanitários, como herbicidas, inseticidas e fungicidas. Essas substâncias, aplicadas para proteger as culturas de pragas e doenças, representam potenciais riscos à saúde humana e ao meio ambiente. Exposições a esses produtos, seja durante a manipulação, aplicação ou mesmo após a dispersão, podem levar à intoxicação. Os sintomas incluem mal-estar, tontura, problemas respiratórios e irritações na pele, afetando também plantas e animais. A severidade dos efeitos depende da formulação do produto, da quantidade aplicada, do tempo e do tipo de exposição. É essencial que os operadores estejam cientes dos perigos associados aos produtos fitossanitários, usem equipamentos de proteção individual adequados, realizem a detecção e o monitoramento para delimitar áreas de risco e seguras, isolem áreas perigosas para evitar a contaminação e tenham conhecimento em toxicologia agrícola para a prestação de assistência em casos de acidentes durante a pulverização.

Segundo a CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) alguns conceitos básicos devem ser conhecidos a respeito do assunto, dentre eles substância perigosa, risco, toxicidade, doses, exposição, absorção, biodisponibilidade, distribuição, acumulação, biotransformação, eliminação e efeito tóxico.

**Substância perigosa:** Uma substância perigosa é aquela que, devido às suas propriedades químicas, físicas ou biológicas, pode representar um risco significativo para a saúde humana, para o meio ambiente ou para ambos. Estas substâncias podem causar danos agudos ou crônicos se forem inaladas, ingeridas, absorvidas pela pele ou entrarem em contato de outras formas com organismos vivos. Exemplos comuns de substâncias perigosas incluem produtos químicos tóxicos, materiais inflamáveis, agentes carcinogênicos e substâncias radioativas;

**Risco:** Refere-se à possibilidade ou probabilidade de que a exposição a essa substância possa resultar em danos à saúde humana, ao meio ambiente ou a outros elementos do sistema. O risco é determinado pela interação entre a toxicidade da substância, a dose a que uma pessoa

ou o meio ambiente está exposto e a forma como a substância é utilizada ou manipulada. Quanto maior o risco, maior a chance de ocorrerem efeitos adversos ou danos significativos. A avaliação e gestão de riscos são fundamentais para mitigar os impactos negativos das substâncias perigosas na saúde e no ambiente;

**Toxicidade:** Refere-se à capacidade de uma substância causar danos ou efeitos adversos à saúde humana, aos organismos vivos ou ao meio ambiente quando estão presentes em determinadas concentrações ou doses. A toxicidade de uma substância perigosa é determinada pela sua composição química, pelas suas propriedades físicas e pelas vias de exposição. Substâncias perigosas podem ser tóxicas se inaladas, ingeridas, absorvidas pela pele ou entrarem em contato com o ambiente de alguma outra forma;

**Doses:** a dose é uma medida quantitativa de uma substância que é administrada, consumida, ou absorvida por um organismo vivo, seja humano, animal, ou outro sistema biológico. Basicamente a dose estabelece a diferença entre um tóxico e um medicamento.

**Exposição:** Refere-se à situação em que um organismo, seja humano, animal ou ambiental, entra em contato com uma substância potencialmente prejudicial. A exposição pode ocorrer de diversas formas, incluindo inalação de vapores ou partículas, ingestão de substâncias contaminadas, absorção através da pele ou contato direto com a substância. A exposição pode ser aguda, ocorrendo em um curto período de tempo com uma dose elevada, ou crônica, ocorrendo ao longo do tempo com doses menores, mas potencialmente acumulativas.

**Absorção:** Refere-se ao processo pelo qual uma substância entra no organismo através de uma das vias de exposição, como a ingestão, a inalação ou a absorção pela pele. Quando uma substância perigosa entra em contato com o corpo humano, ela pode ser absorvida e distribuída pelos tecidos e órgãos, podendo causar efeitos adversos à saúde. A absorção pode ocorrer de forma rápida ou gradual, dependendo das propriedades físico-químicas da substância e das características do tecido em que é absorvida.

**Biodisponibilidade:** Biodisponibilidade, no contexto do uso de substâncias perigosas, refere-se à proporção ou quantidade da substância que está disponível para ser absorvida pelo organismo após a exposição. É a fração da substância que se torna acessível para interagir com os tecidos e órgãos do corpo, podendo desencadear efeitos adversos à saúde. A biodisponibilidade é influenciada por diversos fatores, como a forma química da substância, a via de exposição, a absorção no trato gastrointestinal, a distribuição nos tecidos e a metabolização no organismo.

**Distribuição:** Refere-se ao processo pelo qual uma substância se espalha pelo corpo após ser absorvida. Após a absorção, a substância perigosa pode se distribuir por diversos tecidos, órgãos e fluidos corporais, podendo atingir diferentes partes do organismo.

**Acumulação:** Refere-se ao processo pelo qual uma substância é retida e armazenada no corpo ao longo do tempo, em vez de ser prontamente eliminada. Isso pode ocorrer quando a substância é absorvida em uma taxa mais rápida do que pode ser metabolizada ou excretada pelo organismo. Consequentemente, a substância perigosa pode se acumular em tecidos, órgãos ou fluidos corporais, aumentando o risco de efeitos adversos à saúde ao longo do tempo. A acumulação pode ocorrer em diversos órgãos, como fígado, rins, tecido adiposo e cérebro, e pode resultar em danos crônicos ou efeitos tóxicos progressivos.

**Biotransformação:** Refere-se ao processo pelo qual o organismo modifica quimicamente uma substância estranha que entrou no corpo, com o objetivo de torná-la mais facilmente excretável. Geralmente ocorre no fígado e envolve uma série de reações metabólicas que transformam a substância original em metabólitos que podem ser mais solúveis em água e, portanto, mais prontamente eliminados pelos rins ou pela bile. A biotransformação é uma parte

importante do sistema de defesa do corpo contra substâncias tóxicas e ajuda a diminuir a toxicidade das substâncias perigosas ao longo do tempo.

**Eliminação:** Refere-se ao processo pelo qual o organismo se livra dessas substâncias, removendo-as do corpo. A eliminação pode ocorrer através de várias vias, incluindo os rins (urina), o fígado (bile), os pulmões (ar expirado) e a pele (suor). As substâncias perigosas podem ser excretadas intactas ou após serem metabolizadas e transformadas em metabólitos menos tóxicos. A taxa e a eficiência da eliminação dependem das características da substância, do estado de saúde do indivíduo, do funcionamento dos órgãos envolvidos na excreção e de outros fatores.

**Efeito tóxico:** Refere-se a qualquer dano ou efeito prejudicial causado ao organismo como resultado da exposição a essa substância. Os efeitos tóxicos podem variar em gravidade e podem afetar diferentes sistemas do corpo, incluindo o sistema nervoso, cardiovascular, respiratório, gastrointestinal, renal, hepático, entre outros. Esses efeitos podem ser agudos, ocorrendo imediatamente após a exposição a altas doses da substância, ou crônicos, desenvolvendo-se ao longo do tempo após exposições repetidas ou prolongadas a doses menores.

### 3.3.2 Uso de EPIs

O manuseio e a aplicação de produtos químicos podem expor os trabalhadores a diversos riscos à saúde, como intoxicações agudas e crônicas, irritações na pele, danos aos olhos, problemas respiratórios, entre outros. Diante desse cenário, o uso adequado de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) desempenha um papel fundamental na prevenção de acidentes e na redução dos impactos negativos à saúde dos trabalhadores. Os EPIs são dispositivos projetados para proteger o usuário contra os riscos ambientais presentes no ambiente de trabalho, incluindo os agrotóxicos. A NR-6 (Equipamento de Proteção Individual – EPI) ampara o uso de EPIs.

A legislação trabalhista estabelece que é obrigação do empregador quanto ao uso de EPIs:

- Fornecer os EPIs adequados para os riscos existentes no ambiente de trabalho.
- Orientar os trabalhadores sobre a correta utilização, conservação, higienização e armazenamento dos EPIs.
- Treinar os funcionários sobre os riscos ocupacionais associados ao trabalho e sobre a importância do uso correto dos EPIs.
- Fiscalizar e exigir o uso efetivo dos EPIs durante todas as atividades laborais em que haja exposição a riscos ocupacionais.
- Substituir os EPIs danificados, desgastados ou inadequados, garantindo que os trabalhadores tenham acesso a equipamentos em perfeitas condições de uso.
- Realizar avaliações periódicas dos riscos presentes no ambiente de trabalho e atualizar os tipos de EPIs fornecidos de acordo com as mudanças nas condições de trabalho.
- Manter registros atualizados sobre a entrega, uso e substituição dos EPIs, bem como sobre os treinamentos realizados com os funcionários.
- Implementar medidas de prevenção coletiva sempre que possível, priorizando a eliminação ou redução dos riscos ocupacionais antes da necessidade de utilização de EPIs.

A legislação trabalhista também estabelece as obrigações do trabalhador quanto ao uso de EPIs:

- Utilizar os EPIs fornecidos pelo empregador de acordo com as instruções e treinamentos recebidos.
- Zelar pela conservação e manutenção adequada dos EPIs, utilizando-os conforme as orientações do fabricante e do empregador.
- Informar imediatamente ao empregador sobre qualquer defeito, dano ou mau funcionamento dos EPIs.

- Participar dos treinamentos oferecidos pelo empregador sobre o uso correto dos EPIs e sobre os riscos associados ao trabalho.
- Utilizar os EPIs durante todo o período em que estiver exposto aos riscos ocupacionais, respeitando as normas de segurança estabelecidas.
- Não realizar modificações nos EPIs sem autorização prévia do empregador.

### 3.3.3 Principais EPIs

**Luvas:** Protegem as mãos da contaminação dérmica. Elas são confeccionadas em diversos materiais, como látex, nitrilo, PVC, neoprene, entre outros, dependendo das necessidades específicas de proteção. As luvas podem ser utilizadas para proteger contra agentes químicos, como produtos químicos agressivos, solventes e ácidos, agentes biológicos, como bactérias e vírus, riscos mecânicos, como cortes, abrasões e perfurações, e até mesmo riscos térmicos, como altas ou baixas temperaturas.

**Respiradores:** Fundamentais para proteger os trabalhadores contra contaminantes presentes no ambiente de trabalho. Compostos por filtros ou cartuchos, eles são projetados para filtrar partículas sólidas, gases, vapores e outros agentes nocivos que podem ser inalados. Existem diferentes tipos de respiradores, cada um adequado para diferentes tipos de contaminantes. É crucial selecionar o respirador apropriado de acordo com o ambiente de trabalho e garantir um ajuste adequado para uma vedação eficaz. A manutenção regular, incluindo a substituição dos filtros conforme recomendado pelo fabricante, é essencial para garantir a eficácia da proteção respiratória.

**Viseira facial:** Protege o rosto e os olhos dos trabalhadores contra respingos, partículas, poeira, faíscas e outros agentes que possam representar riscos à saúde durante atividades laborais. Geralmente feita de materiais transparentes, como policarbonato ou acetato, a viseira facial proporciona uma barreira física entre o usuário e o ambiente de trabalho, sem comprometer a visibilidade. Ela é especialmente útil em ambientes onde há exposição a substâncias químicas, respingos de produtos químicos, gotículas infectadas ou projeções de materiais.

**Jaleco e calça hidro-repelente:** O jaleco e a calça hidro-repelente são peças de vestuário desenvolvidas para oferecer proteção contra líquidos e substâncias aquosas no ambiente de trabalho. Geralmente confeccionados em materiais impermeáveis, como poliéster revestido ou tecidos tratados com substâncias hidro-repelentes, esses itens são frequentemente utilizados em ambientes onde há exposição a líquidos, produtos químicos ou agentes contaminantes que podem representar riscos à saúde do trabalhador. O jaleco, com sua cobertura frontal, e a calça, com sua proteção para as pernas, proporcionam uma barreira eficaz contra respingos e derramamentos, ajudando a manter o usuário seco e protegido durante a execução de suas atividades laborais.

**Jaleco e calça em não-tecido:** Fabricados com materiais não-tecidos, como polipropileno, polietileno ou poliéster, essas peças proporcionam uma barreira contra sujeira, líquidos e contaminantes, ao mesmo tempo em que permitem uma boa respirabilidade e conforto durante o uso prolongado. Apresentam durabilidade limitada.

**Boné árabe:** Confeccionado em tecido hidro-repelente (algodão tratado). Protege o couro cabeludo e o pescoço contra respingos.

**Capuz ou touca:** Geralmente feitos de materiais como polipropileno ou poliéster, esses acessórios são descartáveis e podem ser usados em conjunto com outros EPIs, como luvas e aventais, para garantir uma proteção abrangente. O capuz ou touca ajuda a reduzir o risco de contaminação cruzada, protege contra respingos de líquidos e impede a queda de cabelos em ambientes sensíveis.

**Avental:** É uma peça de vestuário projetada para proteger o tronco e parte inferior do corpo dos trabalhadores contra respingos. Geralmente feito de materiais resistentes, como PVC, polietileno ou tecidos impermeáveis, o avental proporciona uma barreira eficaz contra líquidos e partículas.

**Botas:** Fabricadas com materiais resistentes, como couro, borracha ou materiais sintéticos, as botas de segurança oferecem uma cobertura robusta e durável que protege contra quedas de objetos, impactos, perfurações, derramamentos químicos, escorregões e outros riscos presentes no local de trabalho.

### 3.4 Ecotoxicologia e contaminação ambiental

Ecotoxicologia é o estudo dos efeitos nocivos de substâncias químicas e agentes físicos sobre os ecossistemas, incluindo organismos vivos e o meio ambiente em geral. Ela investiga como poluentes e contaminantes afetam a saúde dos ecossistemas aquáticos, terrestres e a saúde humana. A Ecotoxicologia envolve a avaliação dos efeitos adversos, a determinação de concentrações seguras, a identificação de rotas de exposição, e a previsão de riscos ambientais. Ela desempenha um papel crucial na avaliação da qualidade ambiental e na proteção da biodiversidade.

A contaminação ambiental refere-se à introdução de substâncias ou agentes que causam danos ou desequilíbrio nos ecossistemas naturais. Isso pode incluir poluentes químicos, como produtos químicos industriais, pesticidas, metais pesados, bem como poluentes biológicos e físicos. A contaminação ambiental pode ocorrer em diferentes meios, como ar, água, solo e alimentos, e pode ter origens diversas, como atividades industriais, agrícolas, urbanas e domésticas. Os impactos da contaminação ambiental podem ser prejudiciais para a saúde humana, a vida selvagem e a saúde dos ecossistemas em geral.

A ecotoxicologia age diretamente na análise de contaminação ambiental e vem evoluindo como uma importante ferramenta de análise de risco neste contexto. A avaliação do risco da ocorrência de danos à saúde dos organismos compreende quatro etapas essenciais: identificação do risco, análise dose-resposta, avaliação da exposição e caracterização do risco, além do seu gerenciamento. Essas fases possibilitam a análise comparativa entre os agentes de risco, diferentes populações e diversos períodos de exposição. Os modelos de estudo com animais têm sido amplamente empregados, permitindo a extrapolação interespecies para avaliar o risco de efeitos adversos em seres humanos. Além disso, a compreensão dos fatores que influenciam a toxicidade em determinados níveis de exposição a agroquímicos é crucial para determinar o risco de exposição desses agentes em populações (Embrapa, adaptado).

### 3.5 Tecnologia de aplicação

A tecnologia de aplicação na pulverização agrícola desempenha um papel fundamental na eficácia e eficiência dos processos de controle de pragas, doenças e plantas daninhas. É um campo em constante evolução, impulsionado pela necessidade de maximizar a distribuição uniforme dos agroquímicos, minimizando ao mesmo tempo o desperdício e os impactos ambientais. A aplicação adequada dos defensivos agrícolas requer não apenas o conhecimento das características físicas e químicas dos produtos, mas também a compreensão das condições ambientais, topográficas e das características da cultura. Nesse contexto, a tecnologia de aplicação abrange uma variedade de aspectos, desde a seleção e calibração dos equipamentos de pulverização até a escolha das formulações e adjuvantes mais adequados. Uma abordagem integrada que considera fatores como tamanho e tipo de gotas, taxa de aplicação, velocidade do vento e altura da barra de pulverização é essencial para garantir resultados eficazes, minimizando os riscos de deriva e contaminação ambiental. Ao integrar avanços tecnológicos com boas práticas agrícolas, a tecnologia de aplicação contribui para uma agricultura mais sustentável, segura e produtiva.

Envolve uma gama de elementos essenciais para seu bom funcionamento. Isso inclui a presença de responsáveis técnicos e operadores qualificados, o emprego de tecnologia da informação para monitoramento e controle, além do conhecimento detalhado sobre os produtos fitossanitários, suas formulações e o uso adequado de adjuvantes. O processo de pulverização, que abrange desde a escolha dos equipamentos até a calibração dos bicos, é crucial para garantir uma aplicação eficaz e segura. Os alvos da pulverização e o ambiente em que ela ocorre

também são elementos fundamentais a serem considerados para maximizar a eficiência e minimizar os impactos ambientais e à saúde humana.

Vários fatores influenciam a eficácia da tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas, e é fundamental considerá-los para garantir resultados satisfatórios. A seleção adequada das pontas de pulverização é crucial, pois determina a vazão da calda, o tamanho e a forma das gotas, além da altura da barra de pulverização. As condições meteorológicas também desempenham um papel essencial; temperaturas abaixo de 30°C, umidade relativa do ar acima de 50% e velocidade do vento entre 3 km/h e 10 km/h são ideais para uma aplicação eficaz. O tamanho das gotas varia conforme a ponta de pulverização utilizada, e o Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) é um padrão da indústria que auxilia na compreensão do padrão de pulverização. Além disso, a pressão de trabalho é crucial para evitar a deriva e garantir uma distribuição uniforme da calda; é essencial ajustar o manômetro conforme a calibração desejada para evitar aplicações incorretas e desgaste prematuro do equipamento.

Em se tratando da pulverização aérea, outros fatores devem ser considerados, pois influenciam diretamente o uso da tecnologia como a velocidade do ar (velocidade de voo), velocidade relativa e orientação do bico (em relação ao fluxo de ar).

Algumas práticas são indicadas quando se decide pelo uso da tecnologia de aplicação. É essencial seguir procedimentos bem definidos, buscar orientação profissional e respeitar o receituário agrônomo, por exemplo. Além disso, a capacitação dos trabalhadores rurais é fundamental para assegurar a aplicação correta dos defensivos e o manuseio de maquinário e ferramentas, respeitando a legislação vigente. A escolha da máquina adequada deve considerar o tipo de cultura e as características da área a ser tratada. A calibração da pulverização é indispensável para garantir a segurança e eficácia do processo, considerando aspectos como os bicos de pulverização, tamanhos de gotas e volume de pulverização. As condições climáticas tidas como ideais também devem ser consideradas.

### **3.5.1 Defensivos Agrícolas**

Defensivo agrícola é uma substância ou agente químico, físico, biológico, ou ainda uma mistura desses elementos, destinado ao controle de pragas, doenças, plantas daninhas, ou regulador de crescimento de plantas, visando a proteção das culturas agrícolas. No Brasil, a legislação que regulamenta os defensivos agrícolas é a Lei 14.785/2023 Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem, a rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e das embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, de produtos de controle ambiental, de seus produtos técnicos e afins; , e dá outras providências. Esta lei estabelece critérios para registro, uso, comercialização e fiscalização dos defensivos agrícolas no país, visando garantir sua segurança e eficácia, além de proteger o meio ambiente e a saúde pública.

### **3.5.2 Formulação dos defensivos agrícolas**

A formulação dos defensivos agrícolas é um aspecto crucial na sua eficácia e segurança. Essas formulações envolvem a combinação de ingredientes ativos, solventes, adjuvantes e outros componentes que garantem a estabilidade, a aplicabilidade e a eficácia do produto. Os ingredientes ativos são os componentes responsáveis por controlar as pragas ou doenças, enquanto os solventes ajudam na dissolução desses ingredientes. Os adjuvantes são adicionados para melhorar a adesão e a penetração do produto nas plantas, além de auxiliar na

sua dispersão e na redução da deriva durante a aplicação. O ingrediente ativo pode se apresentar na forma de um líquido viscoso ou na forma de cristais, e na elaboração ou desenvolvimento de uma formulação adequada, torna-se necessário se conhecer com segurança suas principais características físico-químicas (Santos, 2002), como a solubilidade em água e solventes orgânicos, o ponto de fusão e a estabilidade química. Existem ainda os agentes auxiliares de uma formulação, ou agentes inertes, que são substâncias neutras e servem para diluir o defensivo puro (Santos, 2002), tais como: surfactantes, dispersantes, antiespumantes, estabilizantes e emulsionantes.

As consequências resultantes do uso inadequado de uma formulação de defensivos agrícolas são diversas. Esses produtos percorrem várias etapas de armazenamento antes de serem aplicados nas lavouras, sujeitando-se a diversos tipos de danos e envelhecimento ao longo desse processo. De acordo com (Santos, 2002), tais consequências incluem a formação de grumos, a dissociação da emulsão, a formação de cristais e a floculação.

Quanto ao tipo, as formulações se apresentam no mercado de acordo com os seguintes tipos (Gallo, 2002): pó seco (P), que já vem pronto para aplicação e contém entre 1% e 10% do ingrediente ativo. Em seguida, temos o pó molhável (PM), que requer adição de água para formar suspensões estáveis e auxiliar na adesão do produto às folhas. O pó solúvel (PS) dissolve-se completamente em água, facilitando a mistura. Os inseticidas granulados (G) vêm em grânulos e são eficazes contra pragas do solo e partes aéreas das plantas. O concentrado emulsionável (CE) é dissolvido em solventes para formar emulsões. Há também soluções concentradas (SC), aplicáveis em água ou óleo, e soluções em ultra baixo volume, que requerem equipamentos especiais. Uma formulação mais recente, conhecida como formulação eletrostática (ED), envolve a aplicação de produtos pulverizados com carga elétrica para melhor adesão nas folhas. Outros tipos incluem aerossóis, inseticidas gasosos e suspensões líquidas (F). Além disso, há pastas para aplicação em partes vegetais e micro encapsuladas, que liberam o ingrediente ativo lentamente.

### 3.5.3 Métodos de aplicação de defensivos agrícolas

As principais vias de aplicação dos defensivos agrícolas podem ser assim descritas (Christofoletti, 1992 e Ramos & Pio, 2003):

**Aplicação via sólida:** A aplicação por via sólida oferece uma vantagem significativa ao dispensar o uso de água, eliminando a necessidade de diluição pelo usuário. Nas aplicações desse tipo, as formulações são preparadas em concentrações adequadas para uso no campo. No entanto, o transporte de grandes quantidades de materiais inertes sólidos, que compõem a formulação, aumenta consideravelmente o custo por unidade do ingrediente ativo. Os métodos comumente empregados incluem:

- Polvilhamento;
- Aplicação de grânulos.

**Aplicação via líquida:** Há uma ampla variedade de máquinas pulverizadoras, categorizadas de acordo com o sistema utilizado para pulverizar líquidos, variando de acordo com o tipo de bicos. A classificação é feita conforme o tipo de energia empregada:

- Hidráulicos (Pulverizador);
- Pneumáticos (Automatizador);
- Centrífugos (ULVA);
- Eletrostáticos (Electrodyn);
- Térmicos (Nebulizador).

Aplicação via gasosa (fumigação): Os defensivos são aplicados na forma de gases ou vapores, os quais penetram nos materiais ou estruturas onde as pragas estão presentes. A fumigação é especialmente eficiente para o controle de insetos, ácaros, fungos e nematóides que infestam grãos armazenados, estruturas de madeira, contêineres e instalações de processamento de alimentos. A aplicação desses gases requer cuidados especiais devido à sua natureza tóxica e potencial risco à saúde humana e ao meio ambiente.

### 3.5.4 Fatores que afetam as pulverizações

Vários fatores desempenham um papel crucial nas pulverizações agrícolas. Um dos principais é o tipo e as características dos bicos de pulverização, que influenciam diretamente na distribuição e no tamanho das gotas pulverizadas. Além disso, o volume de pulverização utilizado também é fundamental, pois afeta a cobertura das plantas e a eficácia do defensivo agrícola aplicado. Os fatores meteorológicos, como velocidade do vento, umidade relativa do ar e temperatura, também exercem grande impacto na pulverização, podendo influenciar a deriva do produto e sua efetividade. Portanto, é essencial considerar esses elementos e ajustar as práticas de pulverização de acordo com as condições específicas de cada aplicação para garantir resultados eficazes e sustentáveis.

#### 3.5.4.1 Bicos de pulverização

O bico de pulverização é composto por corpo, capa, filtro, ponta ou ponta e difusor, é a parte essencial do pulverizador, responsável pela distribuição precisa do defensivo agrícola. Pontas de bicos desgastadas ou inadequadas podem causar perdas significativas, até 50%, resultando em gastos adicionais, descrédito nos produtos, e impactos ambientais. As pontas hidráulicas têm três funções muito importantes:

- Vazão: depende do tamanho do orifício da ponta, características do líquido e pressão utilizada;
- Distribuição: depende do modelo da ponta, características do líquido e pressão utilizada;
- Tamanho das gotas: depende do modelo da ponta, características do líquido e pressão utilizada.

Existem cores associadas aos tipos de pontas de bico de pulverização. É uma prática comum para facilitar a identificação e seleção dos bicos de forma rápida e visual. Cada cor geralmente corresponde a um grupo específico de bicos com características semelhantes, como padrão de pulverização, vazão e aplicação recomendada.

Código da Ponta	Cor ISO	Volume a 45lb/pol <sup>2</sup> de pressão
01	Laranja	0,4ℓ/minuto
015	Verde	0,6ℓ/minuto
02	Amarelo	0,8ℓ/minuto
025	Lilás	1,0ℓ/minuto
03	Azul	1,2ℓ/minuto
04	Vermelho	1,6ℓ/minuto
05	Marrom	2,0ℓ/minuto
06	Cinza	2,4ℓ/minuto

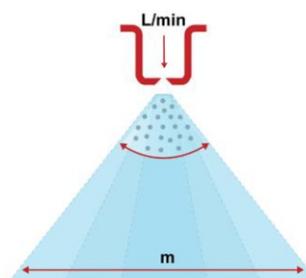
**Fonte: AGR. E. HARGER, N. "Tecnologia de aplicação de agrotóxicos".**



**Fonte: AGROLINK. “Leia tudo sobre os tipos de pontas/bicos de pulverização terrestre”.**

Mas como escolher a ponta ideal? Segundo (Machado, Q. A. W.), a escolha da ponta de pulverização é determinada pela forma do alvo, tipo de produto, tamanho da gota e volume de aplicação adequados, e condições ambientais. A seleção inclui também o filtro adequado, levando em consideração fatores como umidade relativa e velocidade do vento. Por exemplo, baixas umidades relativas e ventos acima de 8,5 km/h limitam o uso de pontas que geram gotas pequenas. Formulações como soluções e concentrados solúveis possuem menos restrições quanto ao tamanho dos filtros. A localização do alvo biológico, como sementes de plantas daninhas e culturas em diferentes estágios de desenvolvimento, influencia a escolha da ponta, assim como o tipo de produto, sendo que herbicidas sistêmicos requerem menor densidade de gotas em comparação com produtos de contato.

Uma vez escolhida a ponta, calda é expelida através dos orifícios das mesmas sob uma determinada pressão. Assim que liberada forma uma lâmina de líquido que se estreita à medida que se expande, resultando na formação de um espectro de gotas de diferentes tamanhos. O desenho do bico influencia a largura e a difusão dessas gotas (bicos cônicos ocos produzem gotas menores em comparação com os bicos defletores, resultando em maior cobertura da superfície para bicos que produzem gotas menores e vice-versa). A vazão é determinada pelo tamanho do orifício e pela pressão exercida. Para formar as gotas, é necessário aplicar uma pressão suficiente para superar a tensão superficial da água. Cada modelo de ponta tem uma faixa ideal de pressão de trabalho, geralmente variando de 15 a 30 lbf/pol<sup>2</sup> (100 a 200 kPa), enquanto algumas podem operar com pressões mais elevadas, entre 150 e 300 lbf/pol<sup>2</sup> (1000 a 2000 kPa), sem comprometer a aplicação.



**Fonte: PESTICIDEWISE. “Escolher um tipo de bico de pulverização”.**

Os bicos são designados por números e siglas. Por exemplo, um bico com a numeração 11004 representa que 110 é o ângulo de abertura e 04 indica a vazão (0,4 galões por minuto, equivalente a 1,5 L/min, sob pressão de 2,8 bar ou 40 PSI). As letras fornecem informações sobre o tipo de bico, marca e material. A seleção do modelo e tamanho dos bicos é determinada pelo tipo de produto a ser aplicado, pela área alvo e pelo volume de calda necessário. A seguir, são descritos os diferentes tipos de pontas disponíveis (MACHADO, A.A. W).

A variedade de tipos de bicos de pulverização oferece aos agricultores e aplicadores uma gama de opções para atender às necessidades específicas de cada situação de pulverização. Desde bicos com diferentes aberturas e pressões até aqueles que produzem gotas de tamanhos variados, a diversidade desses dispositivos reflete a complexidade e a sofisticação da tecnologia de pulverização. Segundo a Embrapa, os principais tipos de bicos e suas características são:

**Bico de jato cônico:** Os bicos de jato cônico são amplamente utilizados na pulverização agrícola, com destaque para os de cone vazio e cone cheio. Eles proporcionam uma deposição de gotas na periferia ou no centro do cone, dependendo do tipo. Existem variantes da série X e série D, com características distintas, como o tipo de filtro e difusor. A numeração do difusor e do disco indica o tamanho da abertura e o diâmetro do orifício, respectivamente. A pressão de trabalho recomendada é entre 4 e 20 bar, embora não seja indicado operar acima de 10 a 15 bar. Cada fabricante fornece uma tabela de vazão para seus bicos, sendo os da série X preferíveis para vazões menores e gotas pequenas.

**Bico de jato leque de impacto:** Os bicos de jato leque de impacto funcionam quando o líquido colide com uma superfície inclinada, formando um padrão de pulverização em forma de leque. Eles operam em pressões baixas, geralmente a partir de 0,7 bar, e produzem gotas grandes. No entanto, quando usados fora das especificações, podem gerar gotas menores sujeitas à deriva. A Spraying Systems desenvolveu o Turbo Floodjet TF-VS, que produz gotas maiores em um ângulo de 130 graus, ideal para barras de aplicação em área total. Os bicos da série Floodjet são identificados pelas letras TK seguidas de um número, indicando a vazão a 10 psi. Por exemplo, TK-2 possui uma vazão de 0,2 galão por minuto a 10 psi.

**Bico de jato leque:** O bico de jato leque é utilizado para aplicar herbicidas de pré-emergência, inseticidas e fungicidas no solo. Existem dois tipos: deposição contínua e descontínua. No primeiro, a distribuição do líquido na faixa de aplicação é uniforme, sendo ideal para aplicações em faixa sem superposição. Já o bico de deposição descontínua é mais indicado para uso em série, montado em barra, permitindo a sobreposição do jato com os bicos vizinhos.

### 3.5.4.2 Desgaste e troca de pontas

As pontas de pulverização, embora muitas vezes negligenciadas, desempenham um papel crucial na eficácia da pulverização agrícola, afetando o volume de calda, o tamanho das gotas e a distribuição do produto. O desgaste do orifício do bico pode comprometer esses fatores, tornando necessário substituir as pontas que excedam 10% da vazão de uma ponta nova do mesmo tipo e tamanho. Desgastes menores podem resultar em excesso ou falta de aplicação, acarretando prejuízos significativos, como desperdício de produto, fitotoxicidade, perdas na lavoura e resistência de pragas. A preferência por materiais resistentes ao desgaste e a limpeza de pontas entupidas são estratégias para minimizar esses problemas e reduzir os custos de produção (MACHADO, A.A. W, adaptado).

A limpeza das pontas requer cuidado, utilizando escovas de cerdas macias ou palitos de dente para evitar danos às bordas finas em torno do orifício. O uso de filtros apropriados é essencial para prevenir entupimentos, garantindo aplicações eficientes e evitando interrupções para limpeza. Segundo (MACHADO, A.A. W) alguns pontos devem ser considerados ao limparmos uma ponta de pulverização:

- Usar filtros de linhas e filtros de ponta com malha adequada às pontas em uso, conforme recomendações do fabricante. As malhas mais utilizadas são de 30, 50, 80, 100 e 120 mesh;
- Utilizar materiais como escova plástica ou ar comprimido para desentupir as pontas. Jamais utilizar um objeto metálico para o desentupimento.
- Manter algumas pontas de reserva para substituir com agilidade as pontas entupidas durante uma aplicação, evitando a interrupção da operação;
- Ao fim de uma aplicação, sempre lavar as pontas, principalmente ao aplicar produtos na forma de pó, que secam e se depositam dentro das pontas.

### 3.5.4.3 Volume de pulverização

O volume de pulverização tem um impacto significativo na eficácia e na qualidade da pulverização agrícola. O volume influencia diretamente a cobertura das plantas com o defensivo agrícola, determinando a quantidade de produto aplicado por unidade de área. Um volume de pulverização adequado garante uma distribuição uniforme do defensivo sobre as folhas, garantindo uma boa eficácia no controle de pragas, doenças ou plantas daninhas.

Volumes muito baixos podem resultar em uma cobertura insuficiente das plantas, deixando áreas não protegidas e comprometendo a eficácia do tratamento. Por outro lado, volumes muito altos podem levar ao desperdício de produto, aumentando os custos de produção e o risco de contaminação ambiental.

Além disso, o volume de pulverização está diretamente relacionado ao tamanho das gotas produzidas pelos bicos pulverizadores. Gotas muito pequenas podem ser facilmente carregadas pelo vento, resultando em deriva e perda do produto para áreas não desejadas. Por outro lado, gotas muito grandes podem não aderir adequadamente às folhas, reduzindo a eficácia do tratamento.

Portanto, é crucial selecionar o volume de pulverização adequado com base no tipo de cultura, nas condições ambientais e no alvo do tratamento, garantindo assim uma aplicação eficaz e econômica dos defensivos agrícolas.

### 3.5.4.4 Controle de vazão

Os atuais dispositivos eletrônicos de controle de vazão garantem que a quantidade de líquido aplicado permaneça constante, mesmo com variações na velocidade e na largura da faixa de aplicação. Eles recebem dados dos sensores de vazão e velocidade, e, com base em outras informações fornecidas pelo usuário, monitoram e ajustam o volume de líquido pulverizado. Isso é feito por meio de um algoritmo eletrônico que opera de acordo com a equação de calibração dos pulverizadores:

$$L/\text{min} = \frac{Q \times V \times E}{600}$$

Isolando a grandeza litros por hectare temos a taxa de aplicação, o principal dado de entrada na calibração de dispositivos.

$$Q = 600 \times \frac{L/\text{min}}{V \times E}$$

Onde:

Q: Taxa de aplicação, em L/ha;

L/min = Vazão total da barra;

V = velocidade de aplicação, em km/h;

E = largura da faixa, em m.

### 3.5.4.5 Fatores meteorológicos que influenciam nas aplicações

As condições meteorológicas desempenham um papel fundamental nas aplicações agrícolas, afetando diretamente a eficácia do processo. As correntes de vento exercem um efeito significativo, podendo deslocar as gotas pulverizadas e levá-las para áreas não desejadas, dependendo de seu peso e tamanho. Além disso, altas temperaturas e baixa umidade relativa do ar aceleram a evaporação das gotas, resultando em perdas de produto para o ambiente. Durante o trajeto das gotas do pulverizador até o alvo biológico, elas são influenciadas por esses fatores climáticos, o que pode impactar a cobertura e a eficácia da aplicação. Assim, é essencial considerar cuidadosamente as condições meteorológicas durante o planejamento e a execução da pulverização agrícola. Segundo a Embrapa (mesmo dos tipos de bicos) e pdh (Contiero, 2018):

**Umidade relativa do ar:** A umidade relativa do ar desempenha um papel importante na pulverização agrícola, pois afeta diretamente a evaporação das gotas pulverizadas. Quando a umidade relativa do ar está baixa, ou seja, o ar está mais seco, as gotas pulverizadas evaporam mais rapidamente. Isso pode resultar em perdas significativas de produto, reduzindo a eficácia da aplicação, especialmente em condições de temperatura elevada. Por outro lado, em ambientes com alta umidade relativa, as gotas tendem a permanecer por mais tempo no ar, mantendo-se úmidas e aumentando a probabilidade de atingir o alvo desejado. Portanto, é importante considerar e monitorar a umidade relativa do ar durante o processo de pulverização para otimizar a eficiência da aplicação e minimizar as perdas de produto. A umidade mínima deve estar em torno de 50–55%.

**Velocidade e direção dos ventos:** A velocidade e direção dos ventos desempenham um papel crucial na eficácia da pulverização agrícola. Ventos fortes e variáveis podem causar o deslocamento das gotas pulverizadas, levando-as para fora do alvo desejado e aumentando o risco de deriva para áreas não destinadas. Em condições de calma total, onde não há movimento de ar, pode ocorrer a formação de inversão térmica, criando uma camada de ar quente próxima ao solo que retém as partículas em suspensão por mais tempo. Isso pode resultar na inadequada deposição das gotas, comprometendo a eficácia do produto e aumentando os riscos ambientais. Por outro lado, aplicações realizadas em condições de ventos moderados, entre 3,2 a 6,5 km/h, são mais seguras, pois garantem uma distribuição adequada das gotas, minimizando os efeitos da deriva. Portanto, é essencial considerar e monitorar a velocidade e direção dos ventos durante o processo de pulverização para garantir a eficácia da aplicação e reduzir os impactos ambientais indesejados.

Velocidade do ar aproximadamente na altura do bico	Descrição	Sinais Visíveis	Pulverização
Até 2km/h	Calmo	 Fumaça sobe verticalmente	Recomendável apenas com gotas grossas e muito grossas.
2 a 3 km/h	Quase calmo	 A fumaça é inclinada	
3 a 7 km/h	Brisa leve	 As folhas oscilam. Sente-se o vento na face.	Ideal para pulverização
7 a 10 km/h	Vento leve	 Folhas e ramos finos em constante movimento.	Recomendável apenas com técnica de redução de deriva.
10 a 15 km/h	Vento moderado	 Movimento de galhos. Poeira e pedaços de papel são levados	Impróprio para pulverização.

Fonte: ELYSIOS.

“Boas Práticas para Aplicação de Defensivos Químicos”.

**Temperatura:** A temperatura desempenha um papel significativo na eficácia da pulverização agrícola. Temperaturas muito altas podem ocasionar a rápida evaporação da umidade das plantas e do solo, gerando correntes térmicas ascendentes que prejudicam a deposição adequada das gotas de pulverização. Isso pode resultar na suspensão prolongada das gotas no ar ou em seu arrastamento por ventos e correntes, antes de atingirem o alvo, devido à formação de "bolsões" ou "almofadas" térmicas. Por outro lado, temperaturas abaixo de 15°C diminuem a atividade fisiológica das plantas, reduzindo a absorção de produtos químicos, como os sistêmicos ou de ação translaminar. A faixa ideal de temperatura para a pulverização agrícola deve estar abaixo de 32°C, proporcionando condições mais adequadas para a aplicação eficaz dos defensivos.

Fatores	Classes de gotas de acordo com as condições climáticas		
	Muito Finas ou Finas	Finas ou Médias	Médias ou Grossas
Temperatura	abaixo de 25° C	25 a 28° C	acima de 28° C
Umidade relativa	acima de 70%	60 a 70%	abaixo de 60%

**Fonte: ELYSIOS. "Boas Práticas para Aplicação de Defensivos Químicos".**

**Chuva:** É crucial compreender as características de absorção e translocação de um defensivo para determinar o intervalo mínimo necessário entre a aplicação e a ocorrência de chuva. Na aplicação foliar, se a chuva ocorrer antes da absorção completa do produto, há o risco de escorrimento e perda no solo. Já nas aplicações no solo, pode ocorrer a lixiviação do produto, levando-o a descer no perfil do solo e sair da zona de absorção, resultando em uma redução da eficácia do tratamento.

**Orvalho:** O orvalho, composto por gotículas de água formadas durante a diminuição da temperatura noturna, afeta a eficácia da pulverização agrícola. Em culturas ou plantas daninhas, a presença do orvalho nas folhas pode diluir o produto aplicado ou causar escorrimento, reduzindo sua eficiência. Regiões de clima mais ameno são particularmente suscetíveis a problemas relacionados ao orvalho. Além disso, o efeito lente das gotas sob a luz solar pode aumentar a fitotoxicidade, agravando o impacto da pulverização.

**Luminosidade:** A luminosidade é um fator intrínseco aos defensivos agrícolas. Alguns produtos são suscetíveis à fotodecomposição, sendo degradados pela exposição aos raios solares, enquanto outros demandam luz solar direta para serem absorvidos. Compreender essas características é essencial para planejar adequadamente a aplicação.

A partir das informações acima, podemos concluir que as melhores condições de aplicação ocorrem nas primeiras horas da manhã ou no final da tarde. Nesses períodos, as condições de temperatura, umidade relativa do ar e ventos são mais favoráveis, não só para a aplicação, mas também para a absorção dos produtos pelas plantas e pela menor ocorrência de perdas.

### 3.6 Alvo biológico e cobertura do alvo

A eficácia do defensivo agrícola depende diretamente de atingir o alvo biológico desejado, que pode ser uma planta daninha, um inseto, um fungo, uma bactéria ou até mesmo a própria planta. Qualquer quantidade de defensivo que não atinja o alvo proposto representa uma perda. A precisão na definição do alvo é crucial, pois a aplicação inadequada resulta em perdas significativas, com cerca de 30% do produto aplicado nas folhas das plantas atingindo o solo. O alvo pode ser atingido diretamente, colocando o produto em contato direto, ou indiretamente, pela redistribuição do produto aplicado. A definição precisa do alvo é desafiadora devido a vários fatores, resultando muitas vezes em uma definição vaga e flexível. Por exemplo, para controlar o ácaro branco do algodoeiro nas folhas jovens das plantas, o alvo pode ser o próprio ácaro, as folhas jovens, toda a planta ou todas as plantas da área. A precisão na definição do alvo é essencial para garantir a eficácia do produto, pois quanto mais específico for o alvo, maior será a eficiência da aplicação.

A cobertura do alvo corresponde ao número de gotas por unidade de área, obtido na pulverização e varia de acordo com o agente a ser controlado e modo de ação do produto (Ramos & Pio, 2003). A cobertura exigida para controlar insetos, por exemplo, é geralmente menor do que para fungos, dada a maior mobilidade dos insetos, o que aumenta sua probabilidade de entrar em contato com o produto. Quanto ao modo de ação, a cobertura necessária para produtos sistêmicos é menor do que para produtos de contato, pois os sistêmicos se movem dentro da planta, tornando a distribuição mais eficiente e reduzindo a necessidade de cobertura externa.

A cobertura é expressa em porcentagem ou em "gotas por centímetro quadrado". Muitas recomendações técnicas seguem essa notação e indicam uma faixa de gotas necessárias para um bom controle. O número de gotas pode ser definido de acordo com a seguinte fórmula:

$$n = \frac{60}{\pi} \cdot \frac{100}{d^2} \cdot Q$$

Onde:

$d$ : Diâmetro da gota, em  $\mu m$ ;

$Q$ : Taxa de aplicação, em  $L/ha$ .

### 3.7 Teoria da Gota e Deriva

A teoria de gota no contexto da pulverização agrícola se refere ao estudo das características e comportamento das gotículas formadas durante o processo de aplicação de defensivos agrícolas. Essa teoria investiga diversos aspectos relacionados às gotículas, como tamanho, distribuição, velocidade, trajetória e evaporação, entre outros. Compreender a teoria de gota é essencial para garantir uma aplicação eficiente e precisa dos defensivos, minimizando perdas, maximizando a cobertura das plantas e reduzindo os riscos de deriva e contaminação ambiental. Vários aspectos dessa teoria foram explorados ao longo dos tópicos anteriores.

#### 3.7.1 Tamanho das gotas dos bicos

Os bicos de pulverização liberam gotas de diferentes diâmetros, pesos e velocidades em um processo impulsionado pela pressão do líquido. A coleta das gotas pelo alvo varia conforme fatores ambientais e a posição do alvo. Gotas finas têm maior probabilidade de deposição em superfícies verticais e estreitas, penetrando melhor nas culturas, mas estão sujeitas a deriva e evaporação. Gotas grossas depositam-se melhor em áreas amplas e horizontais, têm dificuldade de penetração nas culturas e menor perda por evaporação, mas apresentam risco de escorrimento. É crucial selecionar um bico que produza gotas com tamanho apropriado para o produto e o alvo. Os catálogos dos fabricantes devem indicar o tipo de pulverização gerado pelos bicos, permitindo avaliar o risco de deriva e evaporação com precisão (Embrapa, adaptado).

A norma ASAE S-572.1 estabelece uma classificação das gotas de pulverização com base em seu tamanho e distribuição, fundamental para a aplicação eficiente de defensivos agrícolas. De acordo com essa norma, as gotas são classificadas em diferentes classes, incluindo muito fina, fina, média, grossa e muito grossa, cada uma com características específicas de tamanho e dispersão. Essa classificação é essencial para orientar os agricultores na seleção adequada dos bicos de pulverização e na regulação dos equipamentos, garantindo uma distribuição uniforme e eficaz dos defensivos sobre as plantas.

Classe de pulverização	Símbolo	Cor	DMV aproximado
Extremamente fina	EF	roxo	< 60 $\mu\text{m}$
Muito fina	MF	vermelho	60 - 145 $\mu\text{m}$
Fina	F	laranja	145 - 225 $\mu\text{m}$
Média	MF	amarelo	226 - 325 $\mu\text{m}$
Grossa	G	azul	326 - 400 $\mu\text{m}$
Muito grossa	MG	verde	401 - 500 $\mu\text{m}$
Extremamente grossa	EG	branco	501 - 650 $\mu\text{m}$
Ultra grossa	UC	preto	>650 $\mu\text{m}$

*Classes de tamanho de gotas segundo a norma ASAE S-572.1*

### 3.7.2 Aspectos físicos das gotas geradas pelos bicos

Durante o processo de pulverização, são geradas gotas de diversos diâmetros, dificultando a avaliação precisa do volume de produto distribuído ou recebido pelo alvo. Para mitigar essa complexidade, duas referências são comumente utilizadas na avaliação da eficácia da pulverização. O Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) define o diâmetro das gotas, indicando que metade do volume pulverizado é representado por gotas maiores que o número referenciado, e a outra metade por gotas menores. Enquanto isso, o Diâmetro Mediano Numérico (DMN) divide igualmente as gotas em 50% abaixo e 50% acima desse número, sem levar em conta o volume. Uma pulverização de qualidade é alcançada quando a relação DMV/DMN se aproxima de 1. Na prática, a avaliação é realizada contando-se a quantidade de gotas por centímetro quadrado depositadas em coletores especiais, posicionados sobre o alvo desejado e observados com uma lupa de 10x. Os coletores, numerados e dispostos ao longo da faixa de deposição prevista para o pulverizador, são analisados em quatro campos aleatórios por posição, calculando-se a média. Com esses dados, um gráfico é elaborado, representando o número de gotas no eixo vertical e as posições numeradas de cada coletor no eixo horizontal. Essa análise permite identificar problemas relacionados ao equipamento ou aos bicos de pulverização e realizar as correções necessárias (ainfo embrapa, adaptado). A tabela seguinte ilustra a relação comparativa entre diâmetro, número e velocidade de queda das gotas de pulverização.

Tamanho da gota (µ)	Número de gotas/cm <sup>2</sup>	Velocidade de queda m/min
60	176	6,30
80	74	11,00
100	38	16,70
110	28	16,88
150	10	23,00
200	5	32,40

*Relação comparativa entre diâmetro, número e velocidade de queda das gotas de pulverização.*

*Fonte: Santos, 2002.*

### 3.7.3 Classes de pulverização

É crucial determinar o tamanho das gotas para classificar a pulverização em categorias: muito fina, fina, média, grossa e muito grossa. Os bicos devem ser classificados nessas categorias, e as orientações para o seu uso são estabelecidas com base nessa classificação. Um catálogo de bicos de qualidade sempre apresenta essa classificação em diferentes condições de uso, conforme tabela seguinte (Ainfo Embrapa, adaptado).

Classificação	Vmd (µm)
Pulverização grossa	> 500
Pulverização média	200 - 500
Pulverização fina	100 - 200
Pulverização muito fina	30 - 100
Aerossol	< 30

*Classes da pulverização de acordo com o tamanho das gotas (Ramos & Pio, 2003).*

### 3.7.4 Deriva

A deriva representa o deslocamento indesejado de produtos aplicados no ar, durante ou após o processo de pulverização, para áreas que não são alvo da aplicação planejada. Geralmente, essa movimentação restringe-se às bordas da área de aplicação, mas em condições específicas pode alcançar áreas mais distantes. Isso pode afetar negativamente culturas sensíveis ou propriedades vizinhas, resultando em prejuízos para a agricultura e potenciais conflitos entre produtores. A deriva é uma preocupação importante na aplicação de defensivos agrícolas, exigindo cuidados especiais na escolha dos métodos e equipamentos para minimizar seus efeitos adversos.

A pulverização aérea exerce uma influência significativa sobre a ocorrência da deriva devido aos seus efeitos aerodinâmicos e à altura do voo. A velocidade da aeronave e os vórtices de ponta de asa (efeito aerodinâmico inerente ao voo) combinados com a ação dos ventos cria turbulências que podem dispersar as gotículas de pulverização para além da área alvo. Além disso, a altura do voo impacta diretamente na deriva, uma vez que quanto maior a altitude, maior a possibilidade de dispersão das partículas, principalmente em condições de ventos fortes ou variáveis. A relação entre esses fatores exige uma cuidadosa avaliação durante o planejamento da pulverização aérea, considerando técnicas e equipamentos que minimizem os efeitos da deriva e garantam a eficácia e segurança do processo.

A deriva, embora passível de identificação e causa, é altamente indesejável devido a uma série de consequências negativas. Estas incluem o uso ineficiente de equipamentos e tempo do operador, subdosagem do produto levando a um controle fitossanitário inadequado e necessidade de aplicações adicionais, aumentando os custos de produção. Além disso, pode resultar em litígios por danos a culturas sensíveis, contaminação de alimentos, poluição do ar e recursos hídricos, e riscos para a saúde humana, animais e gado.

#### 3.7.4.1 Tipos de deriva e causas

Segundo (Embrapa, doc 102) existem dois tipos de deriva:

**Endoderiva:** A endoderiva ocorre durante a aplicação de produtos químicos nas folhas das plantas, quando muitas gotas conseguem passar através da folhagem e atingir o solo, especialmente nas entrelinhas da cultura. Outras gotas, ao atingirem as folhas, podem se unir e formar uma massa líquida que não é retida, escorrendo para o solo. Essas perdas internas estão associadas a aplicações com volumes elevados e gotas grandes, que geralmente excedem a capacidade de retenção das superfícies foliares. Esse fenômeno pode causar danos ao solo, especialmente quando são utilizados produtos de ação prolongada e não seletivos, afetando também insetos benéficos e outras formas de vida.

**Exoderiva:** A exoderiva é o deslocamento de gotas além da área da cultura, devido ao vento e à evaporação da água na calda, especialmente em gotas pequenas. Esse fenômeno é uma causa significativa de danos a outras culturas e contaminação ambiental.

Existem alguns fatores que influenciam diretamente na ocorrência de deriva, dentre os quais estão o tamanho da gota (que pode ser influenciado por vários motivos), altura de pulverização, velocidade do pulverizador e condições climáticas:

**Tamanho da gota:** Durante a pulverização, a pressão no bico cria uma cortina de líquido que interage com o ar, formando gotas de tamanhos variados. Isso gera um espectro de gotas representado pelo Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV), expresso em micrômetros ( $\mu\text{m}$ ).

Alguns dos fatores que influenciam o tamanho da gota são (Embrapa, adaptado):

- **Tipo de Bico:** Geralmente, os bicos de jato cônico cheio produzem as maiores gotas, seguidos pelos bicos de jato plano (defletor e leque) e pelos de cone vazio;
- **Vazão:** Bicos com vazões maiores, à mesma pressão, geram gotas maiores. Por exemplo, bicos de jato plano 11004, a 2 bar, com vazão de 1,29 L/min, produzem gotas maiores que os 11002, à mesma pressão, mas com vazão de 0,65 L/min;
- **Pressão:** A pressão de pulverização afeta o tamanho da gota de forma inversa. Aumentar a pressão diminui o tamanho da gota; diminuir a pressão aumenta o tamanho da gota. Por exemplo, a ponta 11003, a 1,5 bar, produz gotas maiores que a 4 bar;
- **Ângulo do Jato:** O ângulo do jato do bico influencia o tamanho da gota de forma inversa. Bicos com ângulos maiores, à mesma vazão e pressão, geram gotas menores. Por exemplo, o bico 8003, a 2 bar, produz gotas maiores que o bico 11003, ambos à mesma pressão, mas com diferentes ângulos;
- **Propriedades do Líquido:** Líquidos com maior viscosidade e tensão superficial exigem mais energia para pulverização e resultam em gotas maiores.

**Altura de pulverização:** A velocidade do vento aumenta com a altura do solo. Posicionar os bicos mais próximos do solo reduz a probabilidade de deriva, mas pode causar uma distribuição irregular da pulverização, especialmente com pontas de jato leque. Usar pontas de maior ângulo pode ajudar a reduzir esse problema, porém elas produzem gotas menores do que pontas de ângulos menores, operando nas mesmas condições de pressão e vazão.

**Velocidade do pulverizador:** À medida que a velocidade do pulverizador aumenta, a turbulência ao redor da aeronave também aumenta. Isso pode fazer com que as gotículas de pulverização sejam dispersas para fora da área alvo, levando à deriva. Em equipamentos de pulverização rotativa, como atomizadores, existe ainda a influência da força centrífuga, em que a velocidade de rotação lança as gotículas para fora do equipamento em direções imprevisíveis.

**Condições climáticas:** Algumas condições climáticas mais específicas influenciam diretamente a deriva, a saber:

- **Evaporação:** Evaporação afeta o tamanho das gotas durante a pulverização. É influenciada pela combinação de fatores como temperatura e umidade. Gotas menores que 50  $\mu\text{m}$  evaporam completamente antes de atingir o alvo, enquanto as maiores que 200  $\mu\text{m}$  mantêm seu tamanho. Gotas entre 50 e 200  $\mu\text{m}$  são influenciadas pela temperatura, umidade e outras condições climáticas, especialmente em formulações voláteis de defensivos. O clima, incluindo vento, umidade, temperatura e estabilidade atmosférica, afeta a deriva, principalmente para gotas menores que 150  $\mu\text{m}$ . A eliminação das gotas menores reduz consideravelmente o impacto do clima na deriva;
- **Velocidade e direção do vento:** Somado a própria velocidade do pulverizador, o ambiente ainda pode apresentar correntes de ar, sendo elas horizontais (vento) ou verticais (convecção). A velocidade do vento, corrente horizontal, é o fator mais crítico, levando gotas a distâncias maiores do alvo, especialmente as menores. Gotas maiores são menos afetadas, mas ventos fortes podem desviá-las. A direção do vento é fundamental na redução do dano pela deriva, especialmente em relação à vegetação sensível downwind. Deve-se avaliar e monitorar a direção do vento durante a aplicação, deixando uma faixa de segurança de pelo menos 30 metros se houver culturas sensíveis próximas;
- **Umidade e temperatura:** A umidade relativa e temperatura impactam a deriva durante a pulverização. A evaporação das gotas é acelerada em condições quentes e secas, reduzindo seu tamanho e massa, o que prolonga sua permanência no ar e aumenta a distância de

deslocamento. A temperatura afeta a taxa de evaporação das gotas e a volatilidade dos produtos químicos. As condições atmosféricas mais frescas, como no início da manhã e no final da tarde, reduzem as perdas por evaporação. Além disso, a temperatura influencia a turbulência do ar e a estabilidade atmosférica, afetando a deriva;

**Estabilidade atmosférica:** A estabilidade atmosférica é crucial para determinar a presença de deriva durante a pulverização. Em condições normais, o ar fresco desce enquanto o ar mais quente sobe, dispersando as gotas verticalmente e diminuindo o risco de danos às culturas. No entanto, em situações de estabilidade extrema, como em inversões térmicas, o ar mais frio fica preso abaixo do ar mais quente, limitando o movimento das partículas suspensas e aumentando o risco de deriva em culturas sensíveis. As inversões tendem a dissipar-se durante o dia, tornando o final da tarde ou início da noite o momento mais adequado para a pulverização. Evitar a formação de partículas pequenas durante a pulverização pode ajudar a reduzir os efeitos das inversões atmosféricas na deriva (Contiero, 2018, modificado).

### 3.7.4.2 Controle da deriva

Segundo (Embrapa, doc 102), existem alguns fatores que minimizam a deriva, são eles:

- **Seleção do bico de pulverização:** Nos últimos anos, o mercado de bicos de pulverização evoluiu, oferecendo uma variedade de opções aos agricultores para aplicar o mesmo volume de calda com diferentes tamanhos de gotas. Isso inclui bicos de jato plano (leque), bicos de jato duplo (que pulverizam em dois ângulos sobre a cultura), bicos de pressão estendida (que operam em uma faixa ampliada de pressão), bicos antideriva (reduzem a proporção de gotas menores que 100  $\mu\text{m}$ ) e bicos com indução de ar (que aumentam o tamanho das gotas ao induzir a entrada de ar);
- **Altura da barra de pulverização:** Quanto maior a distância entre o bico de pulverização e o alvo, maior será o tempo em que as gotas ficarão sujeitas às condições ambientais, aumentando o risco de deriva. Portanto, a altura da barra de pulverização deve ser mantida próxima à mínima recomendada pelo fabricante, de acordo com o bico utilizado;
- **Utilização de assistência de ar:** A utilização de assistência de ar artificialmente induzido para auxiliar no transporte de gotas até o alvo tem se mostrado uma ferramenta importante na redução da deriva. É particularmente eficaz em pulverizações finas e de baixo volume, embora seu efeito de redução seja menos significativo para classes de pulverização média e grossa. Para ser efetiva na redução da deriva, a cortina de ar deve estar posicionada muito próxima do solo, idealmente a menos de 50 cm de altura.
- **Utilização de barras protegidas:** A técnica de usar barras protegidas envolve o revestimento das barras do pulverizador para criar um microclima na área de pulverização. Essa proteção visa salvaguardar as gotas de pulverização durante sua trajetória até o alvo, impedindo que sejam afetadas por condições climáticas adversas e, conseqüentemente, reduzindo a deriva.

## 3.8 Preparo de calda, carregamento, tríplice lavagem, descontaminação

O preparo da calda, o carregamento do equipamento, a prática da tríplice lavagem e a descontaminação dos equipamentos são etapas fundamentais para garantir a eficácia da aplicação de defensivos agrícolas e minimizar os impactos ambientais e à saúde. O preparo da calda envolve a mistura correta de água e agrotóxico de acordo com as recomendações técnicas e a calibração adequada do equipamento. Durante o carregamento do pulverizador, é essencial adotar medidas de segurança para evitar derramamentos e contaminação do ambiente. A tríplice lavagem, uma prática recomendada, consiste em lavar três vezes as embalagens vazias

de agrotóxicos com água limpa, garantindo a remoção completa do produto e reduzindo os riscos de contaminação do solo e da água. Por fim, a descontaminação dos equipamentos após a aplicação é crucial para evitar a transferência de resíduos químicos para outras áreas de cultivo ou ambientes naturais.

A calda de agrotóxicos é uma mistura líquida composta por água e produtos químicos agrícolas, como pesticidas, herbicidas ou fungicidas e adjuvantes, utilizada na pulverização sobre as plantas para controle de pragas, doenças e ervas daninhas. Essa solução é preparada de acordo com as recomendações dos fabricantes dos produtos químicos e seguindo as especificações técnicas para cada tipo de cultura e alvo a ser combatido.

Esta etapa do processo é de suma importância dentro da tecnologia de aplicação. Aqui entram alguns cálculos, por vezes simples. A correta proporção entre a quantidade de agrotóxico e água é essencial para garantir que a dose aplicada seja a adequada para o controle efetivo de pragas, doenças e plantas invasoras, sem causar danos às culturas ou ao meio ambiente. Além disso, o cálculo apropriado permite a otimização dos recursos, evitando desperdícios e reduzindo os custos de produção. A precisão na calibração do equipamento de pulverização, baseada em cálculos cuidadosos, contribui para uma distribuição uniforme da calda sobre as plantas, maximizando a eficiência do tratamento.

### 3.8.1 Preparo de calda

O preparo de calda requer atenção e medidas precisas, incluindo a medição cuidadosa dos produtos químicos, a mistura completa e homogênea dos ingredientes, e a utilização de equipamentos e técnicas adequadas.

Antes de iniciar o processo, é essencial vestir os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) adequados e reunir o material necessário para execução. Isso inclui balde de plástico, copo graduado, pulverizador, o próprio agrotóxico a ser utilizado na calda, agitador, água e balança. É crucial que todo o material seja exclusivamente designado para essa finalidade. Além disso, é recomendável realizar o preparo em um ambiente sombreado, longe de casas e animais, aberto e bem ventilado, proporcionando condições ideais para a manipulação segura dos produtos químicos.

Deve-se ler o receituário agrônômico. Esse documento contém informações cruciais sobre o produto a ser utilizado, incluindo composição, dosagem, modo de aplicação e medidas de segurança. Ao revisar o receituário com atenção, os agricultores e aplicadores podem entender melhor os riscos associados ao produto e tomar as precauções necessárias para garantir a segurança pessoal, a proteção ambiental e a eficácia da aplicação.

O próximo passo é a diluição em água. A preparação da calda de agrotóxico requer água e o próprio agente químico. Assim, inicie adicionando 5 litros de água ao balde e, em seguida, meça com precisão a quantidade recomendada do agrotóxico para incluí-lo na mistura. É importante ressaltar que, ao abrir o recipiente do agrotóxico, é possível que ocorram respingos, por isso, tome precauções para evitar o contato direto e a inalação do produto, considerando sua concentração e potencial tóxico. Em seguida misture (jamais utilize as mãos, mesmo com luvas). Transfira a mistura para o pulverizador. É importante manter a peneira no equipamento durante essa operação para prevenir possíveis obstruções. Em seguida, complete o tanque do pulverizador com água limpa, mantendo a peneira no lugar. Finalmente, feche bem o pulverizador, lave os utensílios utilizados e deixe-os secar ao sol.

Durante o preparo da calda de agrotóxico, é essencial agitar a mistura de forma contínua para evitar a decantação de componentes, o que pode resultar em uma distribuição desigual do produto durante a aplicação, comprometendo sua eficácia e até causando danos às plantas.

Além disso, é crucial verificar a compatibilidade entre os produtos adicionados à calda, realizando testes prévios para evitar reações adversas. É recomendado seguir a ordem correta de mistura dos componentes e contar com a assistência técnica de profissionais qualificados, como agrônomos e técnicos agrícolas, para determinar a sequência mais apropriada para cada pulverização. Também é importante considerar a qualidade da água utilizada, verificando o pH e corrigindo-o conforme necessário, além de evitar altas concentrações de minerais que possam interferir na homogeneização da calda. Esses cuidados são fundamentais para garantir a eficácia e segurança da aplicação de agrotóxicos.

### 3.8.2 Adjuvante

Os adjuvantes desempenham um papel fundamental na aplicação, atuando como auxiliares dos defensivos agrícolas para otimizar sua eficácia e melhorar o desempenho dos produtos fitossanitários. Essas substâncias, quando adicionadas às formulações dos defensivos, podem modificar propriedades físico-químicas, como tensão superficial, viscosidade e molhabilidade, facilitando a distribuição e aderência sobre as superfícies vegetais. Além disso, os adjuvantes contribuem para reduzir a evaporação, aumentar a penetração nos tecidos vegetais e melhorar a uniformidade da aplicação.

Os adjuvantes agrícolas apresentam uma variedade de utilidades e benefícios que são cruciais para o sucesso das práticas de pulverização:

- Melhora da eficácia dos defensivos agrícolas, aumentando a absorção e a penetração nas plantas;
- Redução da deriva, minimizando os riscos de contaminação ambiental e aumentando a segurança no manuseio dos produtos;
- Melhoria da molhabilidade das folhas, facilitando a aderência e a absorção dos defensivos;
- Redução da formação de gotas muito pequenas, que podem ser menos eficazes;
- Contribuição para um controle mais eficiente de pragas, doenças e plantas daninhas;
- Promoção de uma aplicação mais uniforme e eficaz dos defensivos agrícolas;
- Aumento da segurança e sustentabilidade nas práticas de manejo de culturas.

#### 3.8.2.1 Tipos de adjuvantes

Inicialmente, os adjuvantes agrícolas são classificados de acordo com sua função. Eles podem ser divididos em duas categorias: surfactantes, que incluem espalhantes, umectantes, detergentes, dispersantes e aderentes; e aditivos, tais como óleo mineral ou vegetal, sulfato de amônio e ureia. A seguir são detalhados cada um dos tipos (AIRES R., adaptado):

**Surfactantes:** Os adjuvantes surfactantes são agentes que modificam as propriedades de superfície dos líquidos, facilitando a interação entre duas substâncias. Eles têm um impacto significativo na eficácia dos herbicidas, aumentando a retenção da aspersão, promovendo uma maior penetração ao ampliar a área de contato com a folha, facilitando a penetração através da cutícula, prolongando o período de penetração ao agir como umectante, facilitando a entrada direta pelos estômatos ao minimizar a tensão superficial da solução de aspersão e aumentando o movimento do herbicida através dos espaços intercelulares. Os surfactantes são classificados com base em suas principais características:

- **Espalhantes:** Reduzem a tensão superficial das gotículas ao diminuir o ângulo de contato com a superfície da folha, permitindo o espalhamento completo da gota sobre a superfície tratada, o que aumenta a absorção do herbicida;
- **Umectantes:** Retardam a evaporação da água, prolongando o tempo que a gota permanece na superfície tratada. Recomendados para áreas com baixa umidade relativa do ar e altas temperaturas;

- **Detergentes:** Removem sujeiras, como poeira, da superfície da folha e aumentam o contato da gota com o alvo. Podem também ter características de espalhantes, emulsificantes e umectantes;
  - **Dispersantes:** Evitam a aglomeração das partículas ao reduzir as forças de coesão entre elas, mantendo as suspensões estáveis por um certo tempo. Mantêm as formulações pós-molháveis estáveis e previnem o agrupamento e precipitação de partículas sólidas;
  - **Aderentes:** Aumentam a aderência dos líquidos ou sólidos na superfície da planta, reduzindo o escoamento das gotas e mantendo-as nas folhas, mesmo em caso de chuva.
- Aditivos:** Esta categoria de adjuvantes é encarregada de potencializar a absorção dos herbicidas devido à sua influência direta na cutícula das plantas:
- **Óleos:** Os óleos, sejam vegetais ou minerais, têm a função de dissolver as gorduras presentes na cutícula e membranas celulares das plantas. Esse processo ajuda a remover as barreiras que podem limitar a absorção de herbicidas e causar vazamento do conteúdo das células;
  - **Sulfato de amônio:** O sulfato de amônio é um composto nitrogenado que forma íons de sulfato e amônio quando se dissolve. O íon de sulfato reage com íons presentes na água, resultando na imobilização e impedindo que esses íons reajam com a molécula do herbicida. Por outro lado, o íon amônio atua sobre a cutícula, rompendo ligações e facilitando a absorção do herbicida;
  - **Ureia:** A ureia é uma substância nitrogenada que age sobre a cutícula, rompendo ligações e facilitando a absorção do herbicida.

### 3.8.3 Carregamento

Durante o carregamento, é fundamental utilizar os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) adequados e seguir as orientações de segurança estabelecidas para manipulação de produtos químicos.

### 3.8.4 Tríplice lavagem

Após a utilização do conteúdo das embalagens no preparo da calda, é crucial realizar três lavagens consecutivas das embalagens vazias. Essa técnica busca eliminar resíduos remanescentes do produto, reduzindo a contaminação do ambiente. A legislação nacional estipula que os agricultores devem encaminhar todas as embalagens vazias de produtos para a unidade designada pelo vendedor para a recepção de embalagens. Antes de enviar, é necessário que o agricultor adeque as embalagens. O descumprimento dessa norma pode resultar em multas para o agricultor, além de enquadrá-lo na legislação ambiental vigente. A adequação das embalagens envolve a tríplice lavagem e sua perfuração, conforme imagem a seguir:

#### Procedimento para fazer a tríplice lavagem:

1. Esvazie completamente o conteúdo da embalagem no tanque do pulverizador;
2. Adicione água limpa à embalagem até  $\frac{1}{4}$  do seu volume;
3. Tampe bem a embalagem e agite-a por 30 segundos;
4. Despeje a água de lavagem no tanque do pulverizador;
5. Faça esta operação 3 vezes;
6. Inutilize a embalagem plástica ou metálica, perfurando o fundo.



**Repetir 3 vezes**

Fonte: ANDEF,  
"Manual de uso correto e seguro de  
produtos fitossanitários/agrotóxicos".

### 3.8.5 Descontaminação

Pulverizadores, misturadores, recipientes e ferramentas utilizadas durante o processo devem ser minuciosamente limpos e descontaminados para remover resíduos de agrotóxicos, reduzindo assim o risco de exposição e diminuindo consideravelmente o risco de fitotoxicidade.

Da mesma forma, as superfícies de trabalho, áreas de armazenamento e veículos utilizados devem ser higienizados adequadamente para evitar contaminações indesejadas. Os equipamentos de proteção individual (EPIs) utilizados pelos operadores devem ser adequadamente higienizados e armazenados corretamente. Além disso, é essencial que as pessoas envolvidas na operação sigam procedimentos de higiene pessoal, como tomar banho com água fria e sabão e troca de roupas, para evitar a contaminação cruzada. Essas medidas não apenas protegem a saúde dos trabalhadores agrícolas, mas também contribuem para a preservação do meio ambiente e a segurança alimentar.

Os produtos de limpeza mais comuns e recomendados são à base de amônia, pois aumentam o pH da solução, tornando mais fácil a remoção de resíduos de agroquímicos. Produtos à base de cloro também são populares, mas é necessária precaução para não os combinar com produtos amoniacais ou utilizar em tanques que tenham tido agroquímicos à base de amônia, pois essa combinação pode resultar na formação de gás tóxico.

A falta de limpeza adequada pode levar a danos no equipamento e perdas significativas na lavoura, incluindo a alteração da composição química dos produtos aplicados e obstrução dos componentes do sistema de pulverização. Portanto, a manutenção regular e a limpeza entre operações são essenciais para garantir a eficiência da pulverização e alcançar resultados satisfatórios ao longo da safra.

#### 3.8.5.1 Passo a passo

O procedimento para lidar com o produto remanescente no tanque de pulverização e a preparação para futuras aplicações requerem atenção e cuidados específicos. Se houver sobra de calda no tanque, é essencial esvaziá-lo completamente, preferencialmente sobre a mesma lavoura pulverizada. Para evitar que resíduos sequem no fundo do tanque, é recomendado pulverizar água limpa caso outra aplicação com o mesmo produto seja realizada no dia seguinte.

Caso o produto seja trocado, é necessário adotar outro procedimento. A limpeza e descontaminação do equipamento devem ocorrer em um local adequado, que inclui uma área aberta, ampla e isolada, longe de cursos d'água, cercada e com acesso à água pressurizada. Além disso, é fundamental que o operador esteja protegido com Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), conforme regulamentado pela legislação brasileira, como a NR-31, que trata da segurança e saúde no trabalho na agricultura (ANDOGNINI, J., adaptado).

**Limpeza interna:** Nesta técnica de limpeza, além da tríplice lavagem com apenas água, é utilizado um produto químico chamado limpa tanque. Os fabricantes de agroquímicos costumam recomendar princípios ativos específicos para o uso desse produto. O processo consiste em: primeiro, encher metade do tanque com água limpa e agitar por 5 minutos para limpar o equipamento; em seguida, preencher o tanque com água limpa e adicionar o limpa tanque, agitando por 15 minutos e operando o equipamento para encher as linhas e pontas com a solução; deixar o equipamento em repouso por algumas horas, de preferência durante a noite, e depois agitar o tanque novamente e pulverizar a solução; por fim, enxaguar o tanque completamente com água limpa, combinando agitação e pulverização por 5 minutos.

**Limpeza externa:** Após a lavagem interna do pulverizador, os filtros e pontas devem ser removidos e colocados em um balde com água e limpa tanque por alguns minutos. Em seguida,

eles devem ser lavados com água limpa e escovas de cerdas macias. O restante do equipamento deve ser limpo com um jato de água pressurizado para remover resíduos. Embora geralmente apenas água seja utilizada, em alguns casos, é necessário adicionar agentes de limpeza à água pressurizada, dependendo do estado do equipamento.

### Módulo 3 – Exercícios resolvidos:

1. Um agricultor precisa de uma ponta de pulverização para fazer uma aplicação de herbicida na cultura da cana-de-açúcar com volume de calda de 200 L/ha, utilizando um pulverizador trabalhando com 36 pontas espaçadas de 50 cm a uma velocidade de 6,5 km/h, pergunta-se:

a) Qual deveria ser a capacidade mínima da bomba para atender a essa aplicação? Considere uma vazão útil de 80%.

b) Selecione na tabela de pontas pelo menos um modelo e pressão de trabalho que poderiam ser recomendados para uma boa eficácia, com um mínimo de perda? Explique o porquê da seleção?

PONTA	PRESSÃO (bar)								
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
TXA8002 (50)					0,91 F	0,97 F	1,02 F	1,07 F	1,12 F
TXA8003 (50)					1,36 F	1,45 F	1,52 F	1,60 F	1,67 F
TJ60-11002 (100)	0,64 F	0,72 MF	0,79 MF	0,85 MF	0,91 MF				
TJ60-11003 (100)	0,97 F	1,08 F	1,18 F	1,27 F	1,36 F				
XR11002 (50)	0,64 F	0,72 F	0,79 F	0,85 F	0,91 F				
XR11003 (50)	0,97 F	1,08 F	1,18 F	1,27 F	1,36 F				
TT11002 (50)	0,64 G	0,72 G	0,79 G	0,85 M	0,91 M	0,97 M	1,02 M	1,07 M	1,12 M
TT11003 (50)	0,97 G	1,08 G	1,18 G	1,27 M	1,36 M	1,45 M	1,52 M	1,60 M	1,67 M
AI11002 (50)	0,65 EG	0,72 MG	0,79 MG	0,85 MG	0,91 MG	0,97 MG	1,02 MG	1,07 MG	1,12 MG
AI11003 (50)	0,96 EG	1,08 EG	1,18 EG	1,27 EG	1,36 MG	1,45 MG	1,52 MG	1,60 G	1,67 G

a) Resolução:

Vazão necessária por ponta

$$V = 6,5 \text{ km/h}$$

$$q = (6,5 \times 200 \times 0,50) / 600 = 1,08 \text{ L/min}$$

$$Q = 200 \text{ L/ha}$$

$$E = 0,50 \text{ m}$$

Vazão da barra de bicos

$$\text{N}^\circ \text{ de bicos} = 36$$

$$\text{Vazão} = 1,08 \times 36 = 39 \text{ L/min}$$

$$\text{Vazão por ponta} = 1,08 \text{ L/min}$$

Vazão necessária na bomba

$$80\% \text{ ——— } 39 \text{ L/min}$$

Vazão útil = 80% da vazão total

$$100\% \text{ ——— } x$$

$$\text{Vazão da barra de bicos} = 39 \text{ L/min}$$

$$x = (100 \times 39) / 80 = 48,75 \text{ L/min}$$

Portanto a capacidade mínima da bomba deve ser cerca de 50 L/min

**b) Resolução:**

*Condições necessárias para a ponta:*

$$q = 1,08 \text{ L/min}$$

*Peneira: Malha 50*

*Gotas: Herbicida de solo, alvo de fácil visualização, portanto gotas extremamente grossas, muito grossas ou grossas.*

*Na tabela de pontas, atendem as necessidades as pontas:*

*AI1003 a 2,5 bar (gotas extremamente grossas)*

*AI11002 a 5,5 bar (gotas grossas)*

**2. Digamos que temos dois volumes de um ingrediente ativo. O volume A tem concentração de 10% e o volume B tem concentração de 15%. Qual a proporção de mistura para se conseguir uma concentração de 3% do ingrediente ativo?**

**Resolução:**

$$10x + 15y = 3(x + y)$$

$$10x + 15y - 3x - 3y = 0$$

$$7x - 12y = 0$$

$$7x = 12y$$

$$x/y = 12/7$$

*Pegando 12L do primeiro volume (10% de concentração):*

$$10\% \text{ de } 12L = 1,2 \text{ L}$$

*Pegando 7L do segundo volume (15% de concentração):*

$$15\% \text{ de } 7L = 1,05 \text{ L}$$

*Somando ambos os volumes:*

$$12 \text{ L} + 7 \text{ L} = 19 \text{ L}$$

$$1,2 \text{ L} + 1,05 \text{ L} = 2,25 \text{ L}$$

*Para encontrar a proporção:*

$$2,25/19 = 0,118 = 11,8\%$$

3. Você possui um cliente que cultiva café. Ele está se queixando que possui um nível de infestação de 7% de ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix*). Segundo o receituário do agrônomo que atende o produtor, você deve utilizar 1700 mL/ha na aplicação, juntamente com 600 mL por alqueire de um adjuvante com propriedades surfactante, espalhante e anti-deriva. Você possui um drone com bicos atomizadores rotativos com capacidade de 30 L, um misturador de calda de 50 L de capacidade. O produtor comprou o defensivo Caramba 90 e irá pulverizar 65 alqueires, o defensivo vem em baldes de 20 L cada, e o adjuvante em frascos de 1 L. Segundo a bula do produto disponível em:

[https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos\\_restritos/files/documento/2023-05/caramba90.pdf](https://www.adapar.pr.gov.br/sites/adapar/arquivos_restritos/files/documento/2023-05/caramba90.pdf).

Esse produto pode ser aplicado com drone? Se sim, quais as melhores condições meteorológicas e qual os parâmetros de voo, sabendo que seu drone utiliza faixa de 9m a uma altitude de 6m? Sabendo que o agrônomo recomendou uma calda com taxa de 12L/ha, Liste a quantidade utilizada de:

a) Baldes de Caramba 90;

b) Frasco de adjuvante;

c) Água;

d) Reabastecimento do tanque do drone;

e) Reabastecimento do misturador.

f) É segunda-feira, você sempre das 5h às 18h, entretanto na previsão do tempo existe uma alta possibilidade de chuva às 17h. Utilizando o intervalo de segurança da bula, você paraliza a pulverização. Supondo que consiga pulverizar 8 ha/h, e que parou no horário recomendado. Seguindo a bula do produto, qual deverá ser a previsão de término do serviço?

a) *Resolução*

$$Q = 1,7 \text{ L/ha}$$

$$\text{Vol de Caramba 90} = 1,7 \times 157,3 = 267,41 \text{ L}$$

$$\text{Volume do balde} = 20 \text{ L}$$

$$N^{\circ} \text{ de baldes} = \frac{267,41}{20} = 13,37 = 14 \text{ baldes}$$

$$N^{\circ} \text{ de hectares} = 65 \times 2,42 = 157,3 \text{ ha}$$

b) *Resolução*

$$\text{Calda: } 157,3 \text{ ha} \times 12 \text{ L/ha} = 1884 \text{ L}$$

$$\text{Adjuvante: } 600/1000 = 0,6 \text{ L}$$

$$0,6 \times 65 = 39 \text{ frascos de adjuvante}$$

c) *Resolução*

$$\text{Água: } 12 - 17 - 0,6/2,42 = 10,052 \text{ L/ha}$$

$$10,52 \times 157,3 = 1581,19 \text{ litros de água}$$

**d) Resolução**

*Reabastecimento do tanque do drone:  $1884/30 = 62,8 L$*

**e) Resolução**

*Reabastecimento do misturador:  $1884/50 = 37,68 L$*

**f) Resolução**

*Das 5h até as 13h:  $13 - 5 = 8h$  de pulverização*

*Sabendo que são pulverizados  $8ha/h$ :  $8 \times 8 = 64 ha$*

*São necessários mais dias para terminar todos os  $157,3 ha$*

*Dia 2 (terça – feira):  $157,3 - 64 = 93,3 ha$  restantes*

$$93,3 = (x - 5).8$$

$$X = 16,66$$

$$= 16:39 h$$

*Portanto, Irá terminar o trabalho às 16:39 h de terça – feira*

**4. Considerando as medidas propostas pela Embrapa para evitar o aparecimento de doenças ou reduzir seu efeito em cultivos agrícolas, discorra sobre a importância dessas práticas e como podem contribuir para a sanidade das plantações.**

**Resposta:**

As medidas recomendadas pela Embrapa constituem um conjunto de práticas fundamentais para o manejo integrado de doenças em cultivos agrícolas. Primeiramente, a escolha de sementes de boa qualidade é crucial, pois muitas doenças podem ser transmitidas por meio delas. Além disso, a preferência por variedades adaptadas ao clima local e resistentes a doenças específicas contribui para reduzir a vulnerabilidade das plantas a patógenos.

A seleção de áreas bem ventiladas e a análise do histórico de plantio são estratégias importantes para evitar a propagação de doenças, especialmente aquelas associadas ao solo. Da mesma forma, a adubação balanceada, baseada na análise do solo, previne distúrbios fisiológicos e fortalece as

plantas contra doenças.

A produção ou aquisição de mudas saudáveis é um ponto crucial, pois infecções precoces podem comprometer a saúde das plantas adultas. O controle de insetos vetores de viroses e a prevenção de ferimentos durante as operações culturais também são aspectos relevantes.

As práticas preventivas, como pulverizações oportunas e inspeções frequentes da lavoura, permitem detectar e tratar focos de doença antes que se tornem problemas graves. O controle do trânsito de pessoas e máquinas entre áreas de cultivo, juntamente com a destruição de restos culturais, são medidas adicionais que ajudam a evitar a disseminação de patógenos.

A rotação de culturas, especialmente com gramíneas, é uma estratégia eficaz para controlar doenças de solo e reduzir a pressão de patógenos específicos. Em última análise, a inspeção regular da lavoura é essencial para identificar possíveis focos de doença e implementar medidas corretivas de forma oportuna. Em resumo, a adoção dessas

medidas não apenas previne o aparecimento de doenças, mas também contribui para a sustentabilidade e produtividade dos sistemas agrícolas, reduzindo a necessidade de intervenções agressivas e promovendo a saúde do ambiente e dos cultivos.

**5. Explique a importância das medidas de segurança e regulamentações no manuseio de agrotóxicos, abordando tanto os aspectos relacionados à saúde humana quanto à proteção do meio ambiente. Além disso, discuta como as legislações e normas existentes no Brasil contribuem para mitigar os riscos associados ao uso desses produtos na agricultura.**

*Resposta:*

O manejo seguro de agrotóxicos é crucial para proteger a saúde humana e o meio ambiente, dadas as implicações significativas associadas a esses produtos químicos. Primeiramente, as medidas de segurança visam reduzir os riscos de exposição dos trabalhadores agrícolas, que lidam diretamente com essas substâncias durante a aplicação e manipulação. O uso adequado de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), como luvas, máscaras respiratórias e óculos de proteção, é essencial para minimizar a exposição dérmica, inalatória e ocular aos agrotóxicos, prevenindo assim possíveis intoxicações e danos à saúde.

Além disso, as regulamentações e legislações vigentes desempenham um papel fundamental na promoção do uso responsável de agrotóxicos. No Brasil, leis como a Lei nº 7.802/89 e o Código de Defesa do Consumidor estabelecem diretrizes para a produção, comercialização, transporte, armazenamento e manuseio desses produtos, com o objetivo de garantir a segurança dos consumidores e a proteção ambiental. A legislação determina a obrigatoriedade de seguir as instruções presentes nas bulas e rótulos dos agrotóxicos, bem como a necessidade de registro e

controle rigoroso desses produtos.

Além disso, órgãos reguladores como a ANVISA, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) desempenham papéis específicos na fiscalização e monitoramento do uso de agrotóxicos. O Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) e o Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes em Produtos de Origem Vegetal (PNCRC/Vegetal) são exemplos de iniciativas que visam garantir a segurança alimentar e a qualidade dos produtos agrícolas. Além disso, é essencial considerar os impactos ambientais dos agrotóxicos, que podem contaminar o solo, a água e o ar, comprometendo a biodiversidade e a saúde dos ecossistemas. A pulverização aérea, por exemplo, requer cuidados especiais devido ao fenômeno da deriva, que pode dispersar os produtos para áreas não destinadas, causando danos ambientais e à saúde humana. A legislação estabelece requisitos específicos para essa prática, visando minimizar os riscos associados.

**6. Discuta a influência dos fatores meteorológicos na eficácia da pulverização agrícola, abordando como a umidade relativa do ar, a velocidade e direção dos ventos, a temperatura, a chuva, o orvalho e a luminosidade afetam o processo de aplicação de defensivos agrícolas. Além disso, explique por que os períodos da manhã e do final da tarde são considerados os mais adequados para realizar as pulverizações.**

*Resposta:*

Os fatores meteorológicos desempenham um papel crucial na eficácia da pulverização agrícola, influenciando diretamente a distribuição e deposição dos defensivos nas plantas. A umidade relativa do ar impacta a evaporação das gotas pulverizadas, sendo ideal manter um nível em torno de 50-55% para garantir a eficiência da aplicação. A velocidade e direção dos ventos também são determinantes, pois ventos fortes podem causar deriva das gotas, reduzindo a eficácia e aumentando os riscos ambientais.

A temperatura é outro fator relevante, pois altas temperaturas aceleram a evaporação das gotas e podem criar correntes térmicas que dificultam a deposição adequada dos defensivos. Por outro lado, temperaturas muito baixas diminuem a absorção pelas plantas. A ocorrência de chuva logo após a aplicação pode causar escorrimento ou lixiviação do produto, reduzindo sua eficácia.

O orvalho presente nas folhas pode diluir o produto ou causar escorrimento, prejudicando a eficiência da pulverização, especialmente em regiões de clima ameno. Além disso, a luminosidade influencia a fotodecomposição de alguns defensivos, exigindo planejamento adequado da aplicação.

Os períodos da manhã e do final da tarde são considerados os mais adequados para realizar as pulverizações devido às condições climáticas mais favoráveis. Nessas horas, as temperaturas estão mais amenas, a umidade relativa do ar é geralmente mais alta, os

controle rigoroso desses produtos.

Além disso, órgãos reguladores como a ANVISA, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) desempenham papéis específicos na fiscalização e monitoramento do uso de agrotóxicos. O Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) e o Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes em Produtos de Origem Vegetal (PNCRC/Vegetal) são exemplos de iniciativas que visam garantir a segurança alimentar e a qualidade dos produtos agrícolas. Além disso, é essencial considerar os impactos ambientais dos agrotóxicos, que podem contaminar o solo, a água e o ar, comprometendo a biodiversidade e a saúde dos ecossistemas. A pulverização aérea, por exemplo, requer cuidados especiais devido ao fenômeno da deriva, que pode dispersar os produtos para áreas não destinadas, causando danos ambientais e à saúde humana. A legislação estabelece requisitos específicos para essa prática, visando minimizar os riscos associados. ventos tendem a ser mais calmos, e a incidência solar direta é menor, reduzindo os riscos de evaporação rápida e deriva das gotas. Essas condições proporcionam uma aplicação mais eficaz e reduzem as perdas de produto, maximizando os resultados na proteção das culturas.

**7. Descreva o procedimento da tríplex lavagem para embalagens de produtos agrícolas e explique a importância desse processo tanto para a preservação do meio ambiente quanto para o cumprimento da legislação ambiental. Além disso, discuta os possíveis impactos negativos da não realização adequada da tríplex lavagem e do descarte incorreto de embalagens vazias de produtos agrícolas no ambiente e na saúde humana.**

*Resposta:*

A tríplex lavagem é um procedimento é

fundamental para a limpeza de embalagens vazias de produtos agrícolas. Consiste em realizar três lavagens consecutivas das embalagens para eliminar completamente os resíduos remanescentes do produto. O processo é essencial não apenas para garantir a eficácia da limpeza, mas também para reduzir a contaminação do ambiente. Para realizar a tríplice lavagem, é necessário esvaziar completamente o conteúdo da embalagem no tanque do pulverizador. Em seguida, adiciona-se água limpa à embalagem até 1/4 do seu volume, tampe-a bem e agite-a por 30 segundos. A água de lavagem resultante então despejada no tanque do pulverizador. Esse processo é repetido por mais duas vezes, totalizando três lavagens. Por fim, a embalagem plástica ou metálica deve ser inutilizada perfurando o fundo.

A importância desse procedimento está relacionada à preservação do meio ambiente e ao cumprimento da legislação ambiental vigente. A tríplice lavagem reduz o risco de contaminação do solo, da água e da flora por resíduos químicos presentes nas embalagens. Além disso, o descarte correto das embalagens vazias é uma exigência legal, e o não cumprimento dessa norma pode resultar em multas para o agricultor, além de enquadrá-lo em infrações ambientais.

A não realização adequada da tríplice lavagem e o descarte incorreto de embalagens vazias de produtos agrícolas podem acarretar graves impactos ambientais e na saúde humana. Resíduos químicos presentes nas embalagens podem contaminar o solo, os lençóis freáticos e os corpos d'água, afetando a biodiversidade e comprometendo a saúde de seres vivos, inclusive seres humanos, que entram em contato com esses elementos. Portanto, a tríplice lavagem é um procedimento essencial para a sustentabilidade ambiental e a saúde pública.

**8. Explique a importância da limpeza e descontaminação de equipamentos e superfícies utilizados na pulverização agrícola, destacando os procedimentos**

**recomendados e os potenciais riscos associados à falta de limpeza adequada.**

*Resposta:*

A limpeza e descontaminação de equipamentos e superfícies utilizados na pulverização agrícola desempenham um papel crucial na redução dos riscos de exposição a agroquímicos, na preservação do meio ambiente e na segurança alimentar. Esses procedimentos visam remover resíduos de agrotóxicos, prevenir contaminações indesejadas e evitar danos ao equipamento e à lavoura.

Primeiramente, a limpeza interna e externa dos pulverizadores, misturadores, recipientes e ferramentas é essencial para remover os resíduos de agroquímicos e prevenir a contaminação cruzada. A tríplice lavagem, que consiste em lavar as embalagens vazias por três vezes com água, é um exemplo desse procedimento. Além disso, o uso de produtos de limpeza à base de amônia ou cloro pode facilitar a remoção dos resíduos e garantir uma limpeza mais eficaz.

A falta de limpeza adequada pode resultar em danos no equipamento, obstrução dos componentes do sistema de pulverização e perdas significativas na lavoura, incluindo a alteração da composição química dos produtos aplicados. Além disso, a contaminação de superfícies de trabalho, áreas de armazenamento e veículos pode representar sérios riscos para a saúde dos trabalhadores agrícolas e para a segurança alimentar.

Portanto, a manutenção regular e a limpeza entre operações são essenciais para garantir a eficiência da pulverização e alcançar resultados satisfatórios ao longo da safra. É fundamental seguir os procedimentos recomendados, como o esvaziamento completo do tanque de pulverização, a limpeza interna com produtos específicos e a higienização adequada dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs). Além disso, a descontaminação dos equipamentos deve ser realizada em locais adequados, longe de cursos d'água e com acesso à água pressurizada, para evitar danos ao meio ambiente.

## Módulo 4 – Segurança e eficiência operacional

### 4.1. Introdução

Bem-vindo ao Módulo 4: Segurança Operacional em Drones de Pulverização Agrícola. A segurança é um alicerce crucial durante as operações com drones, especialmente na pulverização agrícola. Neste módulo, iremos aprofundar as práticas essenciais que devem ser adotadas antes, durante e após as missões, destacando a relevância dos procedimentos de validação no pré-missão e pré-voo.

Além disso, exploraremos medidas de segurança relacionadas à manipulação responsável de defensivos agrícolas, a importância da armazenagem adequada desses insumos e as ações a serem tomadas em situações de emergência. Compreender esses aspectos não só resguarda a segurança do operador e do equipamento, mas também promove a eficiência no desempenho das tarefas e assegura a conformidade com as normativas legais vigentes. Este módulo é essencial para garantir uma operação de drone de pulverização agrícola segura, eficiente e em conformidade com as melhores práticas e regulamentações em vigor.

### 4.2 Calibração da ARP para aplicação

A calibração de drones para aplicação agrícola é um processo essencial para garantir a precisão e eficácia da pulverização. Envolve a verificação e ajuste de vários parâmetros, como a taxa de fluxo dos bicos de pulverização, controle de voo, bússola, radares e distribuição dos produtos fitossanitários. A calibração precisa ser realizada regularmente, utilizando equipamentos de medição adequados e seguindo as especificações do fabricante do drone e dos produtos fitossanitários utilizados. Uma calibração adequada assegura que a quantidade certa de agroquímicos seja aplicada de maneira uniforme sobre as culturas, minimizando o desperdício e reduzindo os riscos de contaminação ambiental. Além disso, contribui para a otimização do uso de insumos agrícolas, promovendo uma agricultura mais sustentável e eficiente.

Para garantir a eficácia e precisão da aplicação de produtos fitossanitários utilizando drones de pulverização agrícola, é essencial realizar diversas calibrações. Aqui estão as principais calibrações que devem ser realizadas:

#### Calibração da Taxa de Fluxo dos Bicos de Pulverização

- **Verificação:** Mede-se a quantidade de líquido que os bicos de pulverização liberam em um determinado período de tempo;
- **Ajuste:** Caso a taxa de fluxo não esteja de acordo com a taxa desejada, os bicos podem ser ajustados para garantir que estejam liberando a quantidade correta de produto.

#### Calibração da Altura de Voo

- **Verificação:** A altura de voo do drone é medida e ajustada para a distância ideal da cultura;
- **Ajuste:** Uma altura de voo adequada garante que a pulverização seja uniforme e que a deriva seja minimizada.

#### Calibração da Velocidade de Deslocamento

- **Verificação:** A velocidade do drone durante a pulverização é medida para garantir que esteja dentro dos parâmetros adequados;
- **Ajuste:** Se necessário, a velocidade do drone pode ser ajustada para garantir uma aplicação uniforme dos produtos fitossanitários.

#### Calibração do Controle de Voo

**Verificação:** Os controles de voo do drone são verificados para garantir que respondam adequadamente aos comandos do piloto;

**Ajuste:** Caso necessário, os controles podem ser ajustados para garantir uma operação suave e precisa durante a pulverização.

### **Calibração da bússola magnética**

A calibração da bússola magnética é outro aspecto importante a ser considerado na preparação de drones de pulverização agrícola. A bússola magnética é responsável por fornecer informações sobre a orientação e direção do drone durante o voo. Aqui estão os detalhes sobre a calibração da bússola magnética:

**Verificação:** Antes de cada voo, é importante verificar se a bússola magnética do drone está funcionando corretamente e fornecendo informações precisas sobre a direção do voo. Isso pode ser feito por meio de testes simples no software de controle do drone, verificando se as informações de direção são consistentes e precisas;

**Calibração:** Geralmente, a calibração da bússola magnética é realizada por meio do software de controle do drone, seguindo instruções específicas fornecidas pelo fabricante. Durante o processo de calibração, o drone é movido em várias direções e posições para permitir que a bússola magnética seja calibrada corretamente em relação ao campo magnético da Terra.

### **Calibração de radares**

A calibração dos radares de obstáculo e de solo é outra etapa crucial na preparação de drones de pulverização agrícola, especialmente para garantir a segurança durante o voo e evitar colisões com obstáculos ou acidentes com o solo. Aqui estão os detalhes sobre a calibração desses radares:

**Verificação da Precisão e Consistência:** Antes de iniciar o processo de calibração, é importante verificar se os radares de obstáculo e de solo estão funcionando corretamente e fornecendo leituras precisas durante o voo. Testes práticos em diferentes condições de voo, altitudes e ambientes ajudam a garantir que os radares estejam detectando obstáculos e variações de altura com precisão.

**Calibração dos Radares de Obstáculo:** Após a verificação da precisão e consistência, a calibração dos radares de obstáculo pode ser realizada. Durante a calibração, os sensores são ajustados para garantir que detectem corretamente os obstáculos e emitam avisos ou acionem os sistemas de desvio de rota, se aplicável.

**Calibração dos Radares de Solo:** A calibração dos radares de solo pode ser realizada concomitantemente à calibração dos radares de obstáculos. Durante a calibração, os parâmetros de medição de altitude e estabilização do drone são ajustados para garantir uma altitude de voo consistente e segura.

### **Verificação da Distribuição dos Produtos Fitossanitários**

- **Verificação:** Após a calibração dos bicos de pulverização, é realizada uma verificação da distribuição dos produtos ao longo da largura de trabalho do drone;
- **Ajuste:** Se houver variações na distribuição, os bicos podem ser ajustados individualmente ou a pressão da bomba pode ser regulada para garantir uma distribuição uniforme.

Essas calibrações devem ser realizadas regularmente e sempre que houver mudanças nas condições de aplicação, como mudanças nos tipos de culturas, condições meteorológicas ou características do terreno.

## 4.3. Pré missão

### 4.3.1. Checklist pré missão

#### I Equipamento, baterias e ferramentas

Em cada operação, a segurança e confiabilidade do equipamento são prioridades essenciais. A verificação de segurança começa com a atenção dedicada ao equipamento e seus componentes, baterias e ferramentas. Os componentes e todas as baterias devem ser minuciosamente checados. Deve-se garantir que tudo esteja íntegro e que as baterias estejam completamente carregadas, proporcionando a alimentação necessária para o desempenho eficiente da missão. A integridade do drone deve ser mantida durante seu transporte ao sítio de operações e armazenamento. Para assegurar isso, é crucial que o mesmo seja devidamente fechado em uma caixa resistente, oferecendo proteção adequada às suas partes sensíveis. Além disso, a inclusão de um conjunto de equipamento de manutenção de urgência, contendo chaves e ferramentas, é indispensável para lidar prontamente com eventuais contratemplos.

#### II Verificações gerais

Existem outras verificações igualmente importantes na pré-missão. A integridade do controle remoto, por exemplo, é essencial, sendo imperativo verificar a sua carga completa e certificar-se de que está pronto para uso. Além disso, deve-se considerar situações de trabalho offline, por isso, é necessário verificar a presença do mapa no cache, assegurando que o drone tenha acesso às informações necessárias. Equipamentos de segurança básicos para lidar com defensivos agrícolas devem estar em perfeitas condições, e a utilização de EPI (Equipamento de Proteção Individual) e saneantes é imprescindível para a proteção do operador. Também é fundamental assegurar que os equipamentos de higiene e cuidado pessoal estejam disponíveis, promovendo condições adequadas para a realização das operações. Essas verificações gerais são passos essenciais no processo de preparação, visando garantir não apenas a eficiência operacional, mas também a segurança e bem-estar do operador.

Todo o procedimento de verificação é facilitado com um checklist em mãos. O checklist Agro Aviation de pré missão aborda os seguintes pontos: Checagem de componentes físicos, checagem de funcionamento, checagem de infraestrutura e itens pessoais.

#### III Checagem de componentes físicos

A checagem meticulosa dos componentes físicos do drone é essencial para garantir o desempenho seguro e eficiente durante as operações. Isso inclui verificar a fixação e condição das hélices, garantir que todos os parafusos estruturais estejam firmemente fixados, assegurar que as mangueiras estejam livres de fissuras, e verificar a integridade dos sensores. Além disso, o drone deve ser mantido limpo e descontaminado, com as antenas firmemente fixas. Os motores e bicos devem ser livres na movimentação manual, sem danos aparentes, e os filtros devem ser mantidos limpos e sem danos. A verificação estende-se às baterias, carregador e cabos, assegurando que estejam limpos e sem avarias físicas. O controle, junto com o conjunto RTK, deve estar limpo, sem avarias físicas, e com os carregadores organizados no conjunto. Itens de reposição e o case também devem estar limpos e sem danos físicos, contribuindo para um ambiente operacional confiável e seguro.

#### IV Checagem de funcionamento

A verificação operacional minuciosa é vital para assegurar o desempenho eficiente do drone durante as operações. Este processo inclui a avaliação cuidadosa das baterias, com verificações em local apropriado ao ligar cada uma no drone, bem como a análise do funcionamento do controle e do aplicativo. A garantia de sinal de GPS, percentual de bateria, radar de solo, sinal de rádio e bússola magnética é essencial para a navegação precisa do drone. Procedimentos de

calibração básica, como bússola magnética, acelerômetro e comandos do stick, são conduzidos, com fluxômetro se necessário. O desbloqueio do drone é seguido pela observação do comportamento dos motores e testes de comandos do controle em situação de marcha lenta. Pequenos voos são realizados para testar comandos em diversas direções. Além disso, verificações incluem a conexão com RTK, avaliação do funcionamento de bicos, bombas e sensores de obstáculos quando o drone está em solo. O pleno funcionamento do carregador é confirmado, e a carga tanto das baterias quanto do controle é verificada, garantindo a prontidão total do equipamento para a missão.

#### **V Checagem da base de apoio**

A base de apoio consiste em itens necessários à missão. A verificação da base de apoio garante que todos os componentes essenciais estejam em condições ideais para suportar as operações com drones de pulverização. Sua verificação em checklist traz segurança e diminui os riscos de mal funcionamento de cada item. O misturador, vital para a preparação da calda, é verificado quanto à limpeza, funcionamento adequado e presença de óleo no motor da bomba, sem vazamentos. O gerador, responsável pela alimentação elétrica, é examinado para assegurar limpeza, presença de óleo, funcionamento adequado e organização dos cabos. Itens como balde medidor, copo medidor e galão de 20L com tampa são inspecionados quanto à limpeza e condição geral. A caixa de ferramentas, contendo diversos itens como parafusos, jogos de chaves e ferramentas diversas, é inspecionada para garantir a presença e organização adequada. Outros itens, como lona para cobertura, corda para amarração, balança de precisão, galão de combustível para o gerador, lanterna, extensão elétrica com adaptadores para emergência, e guarda-sol ou barraca para proteção dos equipamentos, são verificados quanto à limpeza, funcionamento e presença no local. Essas medidas asseguram que a base de apoio esteja totalmente preparada e apta a suportar as demandas operacionais.

#### **VI Checagem de itens pessoais de segurança**

A verificação dos itens pessoais de segurança é essencial para garantir o bem-estar e a proteção do operador durante as operações com drones. Itens como Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), incluindo bota, máscara, luva, uniforme, protetor solar, chapéu e óculos de sol, são examinados para assegurar a presença e adequação. Além disso, a verificação inclui a disponibilidade de repelente para proteção contra insetos. Itens de cuidado pessoal, como remédios para dor de cabeça, enjoo e dor muscular, são inspecionados para garantir prontidão em situações de necessidade. A garrafa de água e alimentos para emergência são verificados para assegurar a hidratação e a disponibilidade de suprimentos em caso de imprevistos. A verificação da presença de documentos pessoais e do carro é crucial para a identificação do operador e para a conformidade com requisitos legais. Essa checagem abrangente dos itens pessoais de segurança contribui para um ambiente de trabalho seguro e preparado para eventualidades.

#### **VII Segurança segundo a legislação**

Além dos itens que garantem a segurança operacional citados, a Portaria do MAPA nº 298 de 22 de setembro de 2021 exige também que sejam cumpridos alguns itens que também abrangem a segurança de terceiros, a saber:

- Não é permitida a aplicação aérea de agrotóxicos e afins, adjuvantes, fertilizantes, inoculantes, corretivos e sementes com ARP em áreas situadas a uma distância mínima de vinte metros de povoações, cidades, vilas, bairros, moradias isoladas, agrupamentos de animais, de mananciais de captação de água para abastecimento de população, inclusive reservas legais e áreas de preservação permanente, além de outras áreas ambientais com larguras mínimas de proteção estabelecidas em legislação específica, caso não sejam áreas alvos da aplicação, devendo ser respeitadas ainda, quando couber, as restrições de distância constantes na

recomendação do produto a ser aplicado;

- As ARP's que estejam abastecidas com produtos para aplicação ficam proibidas de sobrevoar as áreas povoadas, moradias e agrupamentos humanos, ressalvados os casos de produtos para controle de vetores, observadas as normas legais pertinentes;
- Nas proximidades do local da operação deverá ser fixada placa de sinalização visível para pessoas não envolvidas na atividade contendo a expressão: "CUIDADO! OPERAÇÃO COM DRONE";
- No local da operação deverá ser mantido fácil acesso ao extintor de incêndio (de categoria adequada para equipamentos eletrônicos), sabão, água para higiene pessoal e caixa contendo material de primeiros socorros, observando ainda as orientações específicas contidas na bula ou no rótulo do produto;
- No local da operação, deverão constar, de forma legível, o endereço e os números de telefones de hospitais e centros de informações toxicológicas;
- A equipe de campo deverá obrigatoriamente usar os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) necessários, fornecidos pelo empregador;
- A equipe de campo deverá utilizar coletes ou faixas de sinalização durante as atividades;
- As condições meteorológicas e ambientais deverão ser devidamente avaliadas durante as operações, de modo a se garantir a eficácia e a segurança da aplicação.

#### **4.3.2. Problemas comuns**

O não cumprimento dos itens essenciais do checklist que garantem a segurança operacional pode acarretar alguns problemas que, historicamente, ocorrem com certa frequência e comprometem a segurança operacional. A ausência de ferramentas, de itens pessoais e a falta de internet em campo, por exemplo, são problemas comuns. A ausência das ferramentas necessárias pode resultar em implicações significativas, prejudicando a prontidão, eficácia e até mesmo execução das missões. A falta de um mapeamento prévio representa um risco substancial, comprometendo a capacidade de navegação do drone em situações de trabalho offline. Além disso, a negligência em manter itens pessoais adequados pode acarretar riscos à saúde e segurança do operador e comprometer a integridade das operações. Portanto, a observância rigorosa do checklist é imperativa para prevenir estes problemas e assegurar a segurança global durante a pilotagem remota de drones.

## 4.4. Pré voo

### 4.4.1. Checklist de segurança pré voo

#### I Chegada na área de operação

Ao chegar na área de operação, procedimentos cruciais são implementados para garantir a segurança e eficiência das operações. O afastamento estratégico do equipamento em relação ao sol e substâncias defensivas é prioritário, minimizando riscos potenciais e preservando a integridade do equipamento. Além disso, uma verificação física detalhada do drone é realizada, abrangendo elementos essenciais como baterias, parafusos, antenas, bombas, hélices, etc.

#### II Verificações visuais

As verificações visuais desempenham um papel fundamental no checklist pré-voo, garantindo que o drone esteja preparado. Isso inclui a confirmação do mapa offline para garantir a navegação adequada em áreas sem conectividade. A qualidade do aplicativo de planejamento de voo, como o Agri Assistant, deve ser minuciosamente avaliada para garantir uma execução precisa. Além disso, verificações do estado das antenas do rádio controle são realizadas, assegurando comunicação eficaz. A verificação de sinais de rádio, GPS, altura e modo de voo, velocidade e radares contribui para o pleno controle da aeronave. Deve-se também dar atenção às configurações de ações emergenciais, como baixa tensão e detecção de obstáculos, enquanto verificações relacionadas às ações de término de missão ou calda são conduzidas para antecipar qualquer eventualidade.

#### III Calibrações importantes

As calibrações desempenham um papel crucial no checklist, visando a precisão e eficácia das missões. A calibração para ajuste do campo eletromagnético deve ser conduzida de maneira meticulosa, assegurando que o drone esteja alinhado corretamente com o terreno. Além disso, a verificação do estado do RTK deve ser realizada para garantir a precisão necessária na navegação.

#### IV Procedimentos de abastecimento e decolagem

São etapas críticas na operação. Algumas ações devem ser realizadas, o que inclui a meticulosa montagem do drone, seguida pela conexão da bateria para assegurar a alimentação adequada. Verificações finais minuciosas são realizadas no rádio controle e no drone para confirmar o estado operacional antes da decolagem. O abastecimento do tanque é conduzido com o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), assegurando a segurança durante o processo.

## 4.5. Segurança durante a missão

### 4.5.1. Manipulação de defensivos

#### I EPIs e medidas de proteção

Durante a missão, a segurança pessoal é garantida através do uso adequado de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e medidas de proteção específicas. Os operadores adotam EPIs conforme necessário, assegurando sua segurança durante a manipulação de defensivos agrícolas e o reabastecimento do drone.

#### II Armazenagem segura

A segurança durante a missão é reforçada por meio de práticas seguras de armazenagem. Isso envolve a designação de um setor específico para o armazenamento dos equipamentos, garantindo organização e fácil acesso. Além disso, a proximidade do local de armazenagem com as áreas de desinfecção e lavagem do drone promove uma abordagem integrada à segurança operacional.

### 4.5.2. Aplicação de defensivos

A segurança durante a missão é prioridade, especialmente ao considerar a aplicação de defensivos agrícolas. Esta etapa abrange a compreensão dos diferentes tipos de defensivos, como inseticidas, herbicidas e fungicidas, ressaltando a importância de escolher e aplicar os produtos corretos para cada situação. Além disso, a ênfase é colocada na prevenção de impactos ambientais e riscos à saúde, destacando a necessidade de práticas seguras para proteger não apenas o operador e o equipamento, mas também o meio ambiente circundante. Esses cuidados são essenciais para garantir uma aplicação eficaz e responsável dos defensivos, alinhando-se aos padrões de segurança e sustentabilidade na pulverização agrícola.

#### I Verificação de itens e prevenção contra adversidades

Na execução da missão, a segurança é garantida por meio de verificações e prevenções criteriosas. Isso inclui a verificação prévia das bulas dos defensivos, garantindo o conhecimento detalhado sobre suas especificações e orientações. Além disso, deve ser realizado um estudo básico sobre as substâncias e suas formas de aplicação, promovendo uma abordagem informada e segura. A aplicação é direcionada precisamente ao talhão designado, evitando erros e garantindo a eficácia do processo. Para reforçar a segurança e conformidade, cada etapa é documentada de maneira cuidadosa, incluindo a assinatura e registro de todas as informações pertinentes.

### 4.5.3. Ajuste de voo em condições adversas

Durante a missão, eventualmente são precisos ajustes de voo devido às condições adversas. Em casos de mau tempo, medidas de adaptação são implementadas para garantir a segurança operacional. Isso inclui a redução da altitude, velocidade e largura de linhas no campo de pulverização, proporcionando uma resposta eficaz às condições desafiadoras. Esses ajustes são cruciais para mitigar potenciais riscos e assegurar a estabilidade e controle do drone.

## 4.6. Emergências

### I Intoxicação

Durante a missão, medidas de emergência são rigorosamente estabelecidas para garantir a segurança em casos de intoxicação. Em situações de suspeita, a missão é interrompida imediatamente, seguida pela implementação de ações conforme indicado na bula do defensivo agrícola em questão. Em casos mais graves, é priorizada a pronta resposta ao encaminhamento ao hospital, assegurando cuidados médicos imediatos e mitigando riscos potenciais à saúde do operador.

### II Obstáculos

Durante a missão, a abordagem segura em relação a obstáculos como fios de alta tensão, formações florestais e morros é essencial para prevenir acidentes. Os operadores devem adotar uma atenção redobrada, mantendo uma distância segura do drone para evitar potenciais colisões resultantes de um mapeamento falho.

### III Cuidados especiais

Deve-se ainda tomar alguns cuidados especiais em campo. Isso inclui prontidão para prestar atendimento a ferimentos causados por animais peçonhentos e ações imediatas em casos de alergias a abelhas, marimbondos e outros agentes patógenos.

## 4.7. Boas práticas operacionais na pulverização agrícola com drones

No âmbito da agricultura moderna, a utilização de drones para pulverização agrícola emerge como uma prática inovadora, oferecendo eficiência e precisão. Este trecho destina-se a explorar e orientar sobre as boas práticas operacionais essenciais para a aplicação segura e eficaz dessa tecnologia. Existem alguns pontos fundamentais, como:

- **Condições climáticas:** Sugere-se realizar a aplicação aérea em condições específicas de temperatura: a mínima deve ser de 10°C, a ideal entre 20°C e 30°C, e a máxima de 35°C. Quanto à umidade relativa do ar, a recomendação é que a mínima seja de 60%, a ideal esteja entre 70% e 90%, e a máxima atinja 95%. É aconselhável que a velocidade do vento esteja na faixa de 3 a 8 km/h. Além disso, o defensivo pode ser aplicado até 20 minutos antes ou depois de chuvas, com a condição ideal sendo avaliada no local. Esses parâmetros são cruciais para garantir a eficácia e a segurança da aplicação.
- **Parâmetros de voo:** A largura de aplicação varia de 7 a 10 metros, dependendo das condições do terreno, densidade da vegetação, velocidade do vento, altitude de aplicação e velocidade do voo. Em situações desfavoráveis, recomenda-se uma faixa de 7 metros com velocidade de 5 metros por segundo, altitude máxima de 25 metros e uma vazão de 10 litros por hectare. Esses dados foram testados em terrenos com elevação e alta densidade de vegetação, representando um dos cenários mais desafiadores. Em condições favoráveis, a vazão pode ser mantida em 10 litros por hectare, com uma velocidade de 10 metros por segundo e altitude variando de 4 a 6 metros. Essas considerações práticas são fundamentais para adaptar a aplicação às diferentes circunstâncias do ambiente de pulverização agrícola com drones.
- **Calda:** Calcular a mistura por hectare é crucial, garantindo que haja quantidade suficiente de defensivos para a aplicação. Sempre realize um teste de 1 litro para verificar a compatibilidade química da calda. O uso de adjuvante é essencial para eliminar ineficiências relacionadas à compatibilidade da mistura ou a condições climáticas adversas. Ao preparar a mistura, utilize a quantidade necessária para a operação diária a fim de evitar desperdícios. Certifique-se de usar Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) ao manipular a calda, evitando desperdícios e possíveis derramamentos que poderiam causar danos significativos ao drone.

- **Estruturas:** Mantenha todos os equipamentos limpos e organizados. Após a aplicação, realize a tríplice lavagem, certificando-se de não deixar resíduos do produto na tubulação do drone durante o armazenamento. Faça verificações regulares nos filtros e no nível de óleo do gerador e motobomba do misturador (caso esses equipamentos de suporte existam). Proteja as baterias e o carregador evitando exposição direta ao sol, e nunca permita que entrem em contato com água ou outros líquidos. Essas práticas garantem a durabilidade e a eficácia dos equipamentos, além de manter a segurança operacional.

- **Drone:** É essencial realizar as verificações prévias antes da missão e do voo. O transporte do equipamento deve ser conduzido com cuidado para evitar danos aos componentes. A área designada para pouso e decolagem deve assegurar a segurança tanto do drone quanto do operador. Realizar uma inspeção visual minuciosa é de suma importância, abrangendo todos os componentes físicos. A limpeza adequada deve ser realizada utilizando um pano úmido e ar comprimido. Estas práticas são cruciais para garantir a integridade do equipamento e a segurança operacional.

O propósito deste módulo é capacitar os operadores para realizar suas atividades de forma responsável, garantindo a integridade dos equipamentos, a preservação do meio ambiente e a saúde pessoal. O conhecimento adquirido não só impulsiona a eficiência operacional, mas também promove a segurança abrangente no manuseio de drones, refletindo um compromisso contínuo com a excelência e a responsabilidade nas operações de pulverização agrícola

## 4.8. Intercorrências

Este tópico aborda situações imprevistas que podem surgir durante a operação do drone. Essas intercorrências podem ser causadas por diversos fatores, como falhas mecânicas, condições climáticas adversas, interferências no sinal de controle, entre outros. É fundamental compreender as potenciais causas dessas situações e estar preparado para adotar medidas adequadas em tempo real. O treinamento enfatizará a importância da prevenção, destacando práticas seguras, verificações regulares e a necessidade de manter o drone e os equipamentos em condições ideais. Além disso, serão apresentadas estratégias para lidar com intercorrências, incluindo procedimentos de emergência, paradas imediatas da missão e avaliação de riscos. A ênfase estará na segurança operacional, minimizando os impactos das intercorrências e garantindo uma resposta eficaz diante de situações imprevistas.

Com o intuito de prevenir intercorrências, é de suma importância a utilização dos checklists de operação. Vários problemas operacionais podem ser evitados ao realizar todos os procedimentos corretamente.

### 4.8.1. Problemas de conexão

- **Falha no link de vídeo:** Problemas durante o voo do drone, como interrupções no vídeo, muitas vezes ocorrem devido à distância entre o drone e o controle remoto. Se o piloto notar travamentos no vídeo, é recomendável se aproximar da aeronave para restabelecer a conexão. Mesmo se a transmissão de vídeo for perdida, o drone ainda pode responder aos comandos do controle remoto. É crucial configurar corretamente a função de retorno automático em casos de perda de sinal. Em condições ideais, sem interferências, o alcance máximo do sinal é de 500 metros. Recomenda-se manter a conexão dentro de 300 metros, especialmente em ambientes com sombras e interferências, para garantir uma conexão estável. Manter o drone sempre à

vista do piloto é uma prática essencial. Se for necessário levar o drone próximo aos seus limites de alcance, reduza a velocidade da missão para ter mais tempo de resposta em caso de perda de sinal. Durante qualquer parte da rota automática, o piloto pode acionar a proteção contra obstáculos ou o retorno à base para evitar a perda de controle devido à falta de sinal;

- **Falhas de software:** Durante a operação, se o aplicativo de gerenciamento de missão (App AgriAssistant por exemplo) travar, existe o risco de o drone perder a conexão com o controle remoto. Nesse caso, é crucial ter realizado um mapeamento eficiente e manter o drone dentro da linha de visão do operador. A resposta para resolver esse problema deve ser ágil. É possível interromper a operação com um comando no controle remoto, desviar manualmente de obstáculos, deixar o drone pairando enquanto reinicia o aplicativo e restabelece a conexão. Se o problema persistir, é importante considerar a necessidade de retornar para o ponto de origem (Home Point) e cancelar a missão, visando garantir a segurança do equipamento;

- **Falhas no link RTK:** Se o drone não conseguir se conectar ao RTK, é aconselhável desligar o equipamento desconectando sua bateria e reiniciar a estação base RTK. Se a conexão for perdida durante o voo, é crucial ativar imediatamente o retorno à base (return to home) para que o drone retorne a uma área próxima e reestabeleça a conexão. Mantenha sempre uma distância máxima de 350 metros para garantir um sinal estável de RTK ao longo da missão;

- **Falhas de conexão com GPS:** Em dias com alto nível de atividade geomagnética (KP) ou em determinados horários e locais geográficos, pode haver interferência na disponibilidade de satélites para o sinal de GPS. Para assegurar uma precisão posicional menor, é aconselhável voar com, no mínimo, 10 satélites. Caso ocorra perda de conexão com o GPS durante o voo, a resposta aos comandos do controle pode ser afetada. Nesse caso, é crucial que o piloto mantenha a calma, evite movimentos bruscos e tente trazer o drone de volta. Importante notar que o equipamento não permanecerá em hover (suspensão no ar) na ausência de comandos. Recomenda-se aumentar a altitude para evitar obstáculos e procurar um local de pouso espaçoso. A manobra de pouso deve ser realizada suavemente e totalmente manual, já que o drone não responderá ao comando return to home, que depende do sinal de posição obtido do sistema GNSS.

#### 4.8.2. Problemas na pulverização

Durante a execução de várias missões, é possível que uma mangueira se solte ligeiramente, resultando na perda de pressão do sistema hidráulico de pulverização. Recomenda-se realizar inspeções visuais regulares para verificar o estado das mangueiras, incluindo sinais de ressecamento ou desconexão. Mantenha o sistema limpo para evitar obstruções. Se a bomba apresentar falhas, pouse o drone, verifique se o modo de voo está configurado como "worker", acione a bomba e, se não houver resposta, entre em contato com o suporte técnico.

#### 4.8.3. Nível da bateria

Realize cada voo com uma bateria carregada em 100% e evite operar o drone em distâncias superiores às recomendadas para garantir que haja bateria suficiente para o retorno. Se a carga da bateria atingir 15% em uma distância superior a 100 metros, o drone pode não conseguir retornar a tempo. Em caso de alerta de baixa bateria, aproxime-se rapidamente do drone e encontre um local adequado para o pouso. Nesse momento, cancele a função de retorno para o ponto inicial e pouse imediatamente na área segura. Se a bateria se esgotar completamente (abaixo de 10%), o drone poderá desligar automaticamente e cair.

#### **4.8.4. Componentes mecânicos soltos**

Observe como o drone se comporta durante pousos e decolagens durante o voo. Se notar que algum componente está solto, traga imediatamente o drone de volta ao ponto de origem e faça a devida fixação dos componentes. Destaca-se a importância crucial de assegurar a fixação adequada dos braços durante a montagem do drone, pois a falta de fixação adequada pode resultar em quedas.

#### **4.8.5. Mapeamento incorreto**

Se ocorrer um erro de mapeamento durante uma missão, interrompa imediatamente o voo do drone, retorne à base e corrija o mapa. Mantenha uma atenção cuidadosa na câmera e na posição do drone no mapa para evitar possíveis acidentes. É crucial lidar prontamente com qualquer problema de mapeamento para garantir resultados precisos e seguros durante a operação do drone.

#### Módulo 4 – Exercícios resolvidos:

##### **1. Descreva as principais calibrações necessárias para garantir a eficácia da aplicação de produtos fitossanitários utilizando drones na agricultura.**

*Resposta:*

A calibração de drones para aplicação agrícola é um processo complexo e essencial que visa garantir a precisão e eficácia da pulverização. Envolve várias etapas, incluindo a calibração da taxa de fluxo dos bicos de pulverização, altura de voo, velocidade de deslocamento, controle de voo, bússola magnética, radares de obstáculo e de solo, além da verificação da distribuição dos produtos fitossanitários. A calibração é realizada regularmente e sempre que há mudanças nas condições de aplicação, como variações nas culturas, condições climáticas ou características do terreno. Cada calibração envolve etapas de verificação e ajuste dos parâmetros para garantir uma aplicação uniforme, precisa e segura dos produtos fitossanitários, contribuindo para uma agricultura mais sustentável e eficiente.

##### **2. Descreva detalhadamente a importância e os procedimentos envolvidos no checklist pré-missão para operações com drones na agricultura, destacando a relação entre a verificação dos componentes físicos do drone, a calibração dos sistemas de voo e a conformidade com as regulamentações de segurança. Além disso, discuta os possíveis desafios enfrentados durante a execução do checklist e como eles podem impactar a eficácia e segurança das operações agrícolas com drones.**

*Resposta:*

O checklist pré-missão para operações com drones na agricultura desempenha um papel crítico na garantia da segurança, eficácia e conformidade com as regulamentações durante todas as fases das operações.

Inicialmente, a verificação dos componentes físicos do drone é essencial para identificar quaisquer sinais de desgaste, danos ou problemas de integridade que possam

comprometer a segurança e o desempenho durante o voo. Isso inclui a inspeção minuciosa das hélices, estrutura do drone, sensores, cabos e conectores, garantindo que tudo esteja devidamente fixado, livre de fissuras e em perfeitas condições de funcionamento.

Além disso, a calibração dos sistemas de voo, como a bússola magnética, GPS e sensores de obstáculos, é realizada para garantir uma navegação precisa e segura do drone durante a missão. Isso envolve procedimentos específicos para ajustar e verificar a precisão desses sistemas, garantindo que o drone responda corretamente aos comandos e evite obstáculos durante o voo.

A conformidade com as regulamentações de segurança, como distâncias mínimas de aplicação e uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), também é uma parte essencial do checklist pré-missão. Isso inclui a verificação da presença e funcionamento adequado dos equipamentos de segurança, além de assegurar que todas as diretrizes e restrições legais sejam seguidas durante a operação do drone.

Durante a execução do checklist, podem surgir vários desafios que podem impactar a eficácia e segurança das operações agrícolas com drones. Isso inclui a identificação de danos ou problemas ocultos nos componentes físicos do drone, dificuldades na calibração precisa dos sistemas de voo e o cumprimento de todas as regulamentações e diretrizes de segurança. A falta de atenção a esses detalhes pode resultar em falhas operacionais, acidentes e potenciais riscos para o pessoal e o meio ambiente.

Portanto, a realização cuidadosa e minuciosa do checklist pré-missão é crucial para mitigar esses desafios e garantir que as operações com drones na agricultura sejam conduzidas com segurança, eficácia e em conformidade com todas as regulamentações aplicáveis.

**3. Descreva o checklist de segurança pré-voo em operações com drones agrícolas e sua importância para garantir a segurança e eficiência das operações.**

*Resposta:*

O checklist de segurança pré-voo é uma etapa crucial em operações com drones agrícolas, envolvendo a verificação de diversos elementos. Inclui a inspeção física detalhada do drone, verificações visuais para confirmar o estado dos componentes e calibrações importantes para garantir precisão na navegação. Procedimentos de abastecimento e decolagem são realizados com atenção aos detalhes, assegurando que o drone esteja pronto e seguro para voar. Esse checklist é fundamental para prevenir acidentes, garantir a integridade do equipamento e maximizar a eficiência das missões agrícolas com drones.

**4. Descreva de forma detalhada os protocolos de segurança durante a missão de pulverização agrícola com drones, com foco na manipulação de defensivos, armazenagem segura, aplicação responsável de produtos fitossanitários e ajustes de voo em condições adversas. Destaque a importância de cada aspecto para garantir a segurança do operador, a proteção do meio ambiente e a eficácia das operações agrícolas.**

*Resposta:*

Durante a missão de pulverização agrícola com drones, a segurança é uma preocupação primordial em todas as fases do processo. Ao manipular defensivos, os operadores devem usar Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) adequados, garantindo sua proteção durante o manuseio e reabastecimento do drone. A armazenagem segura dos equipamentos é essencial, com a designação de áreas específicas e próximas às zonas de desinfecção e lavagem do drone, promovendo uma abordagem integrada à segurança. Durante a aplicação de defensivos, é crucial entender os diferentes tipos de produtos e suas aplicações corretas,

ênfatizando a prevenção de danos ambientais e riscos à saúde. A verificação prévia das bulas dos defensivos e o conhecimento detalhado de suas especificações são passos importantes nesse sentido. Além disso, ajustes de voo em condições adversas, como mau tempo, exigem medidas adaptativas para garantir a segurança operacional, incluindo a redução da altitude, velocidade e largura de linhas de pulverização. Esses protocolos de segurança são fundamentais para proteger o operador, preservar o meio ambiente e garantir a eficácia das operações agrícolas.

**5. Cenário: Durante uma missão de inspeção de uma área agrícola extensa, o operador do drone recebe um alerta indicando que o nível da bateria atingiu 15%. O drone está a uma distância considerável do ponto de origem e ainda há muito terreno a ser coberto antes de completar a missão. Questão: Diante da situação descrita, quais são as medidas que o operador do drone deve adotar ao receber o alerta de baixo nível de bateria durante uma missão de inspeção agrícola? Explique detalhadamente como o operador deve agir para garantir um pouso seguro do drone e evitar danos ao equipamento.**

*Resposta:*

Ao receber o alerta de baixo nível de bateria durante uma missão de inspeção agrícola, o operador do drone deve seguir os seguintes procedimentos para garantir um pouso seguro e evitar danos ao equipamento:

**Avaliação da Situação:** O operador deve avaliar imediatamente a distância restante até o ponto de origem e a capacidade da bateria para determinar se o drone pode retornar com segurança ao ponto de lançamento.

**Redução da Distância de Voo:** Se o drone estiver a uma distância superior a 100 metros do ponto de origem e o nível da bateria estiver abaixo de 15%, o operador deve reduzir a distância de voo e começar a procurar um local adequado para o pouso.

**Procura de Área Segura para Pouso:** O operador deve buscar uma área aberta e segura para o pouso, longe de obstáculos e pessoas. Locais como campos abertos ou áreas desabitadas são ideais para realizar o pouso de emergência.

**Cancelamento da Função de Retorno Automático:** É importante cancelar a função de retorno automático para o ponto inicial, pois o drone pode não ter energia suficiente para completar essa operação. O operador deve assumir o controle manual do drone e iniciar o procedimento de pouso.

**Pouso Controlado e Suave:** O operador deve realizar um pouso controlado e suave, mantendo o drone sob controle durante todo o processo. É essencial evitar movimentos bruscos ou descidas rápidas que possam danificar o equipamento.

**Atenção à Bateria Esgotada:** Se a bateria atingir um nível inferior a 10%, o drone pode desligar automaticamente e cair. Nesse caso, o operador deve estar preparado para lidar com uma situação de emergência e minimizar os danos ao equipamento e ao ambiente circundante.

Ao seguir esses procedimentos, o operador do drone pode garantir um pouso seguro e evitar danos ao equipamento em caso de alerta de baixo nível de bateria durante uma missão de inspeção agrícola.

## Módulo 5 – Mapeamento

### 5.1. Introdução ao mapeamento

O módulo de mapeamento desempenha um papel crucial, emergindo como uma peça fundamental no entendimento da importância do planejamento de missões agrícolas com drones. Este componente não apenas integra tecnologias inovadoras, mas também se revela como um facilitador essencial para garantir o êxito e a eficiência das operações. Um mapeamento preciso oferece uma visão abrangente da área de trabalho, permitindo a identificação de obstáculos, o planejamento de rotas estratégicas e, por conseguinte, a otimização do desempenho durante as missões. Nesta exploração abrangente, abordaremos detalhadamente a importância e os benefícios intrínsecos do módulo de mapeamento, destacando sua relevância na transformação das práticas agrícolas e no alcance de resultados mais precisos e sustentáveis.



#### 5.1.1. Conceito de mapeamento

O mapeamento é tido como a coluna vertebral do voo durante missões agrícolas com drones. Ele se destaca como um elemento central no planejamento dessas operações, desempenhando um papel que vai desde a fase de preparação até a execução. O mapeamento, nesse contexto, vai além de simplesmente criar representações visuais da área de trabalho; ele se configura como uma ferramenta estratégica que proporciona uma visão abrangente, permitindo a identificação precisa de terrenos, obstáculos e demais elementos relevantes. Ao se estabelecer como a espinha dorsal da operação, o módulo de mapeamento possibilita o delineamento de rotas eficientes, a otimização do fluxo de trabalho e, em última análise, a maximização dos resultados alcançados durante o voo agrícola.

#### 5.1.2. Planejamento da missão

O planejamento da missão e o mapeamento estão intrinsecamente interligados, formando uma sinergia essencial no contexto do voo com drones. O mapeamento, ao fornecer informações detalhadas sobre a área de trabalho, emerge como o alicerce sobre o qual o planejamento de voo se sustenta. É por meio do mapeamento que se obtêm dados cruciais para determinar trajetórias seguras e eficazes, identificando obstáculos, relevos e características específicas do terreno. Essa exploração minuciosa da interconexão entre mapeamento e planejamento de voo não apenas destaca a importância de uma representação visual precisa, mas também ressalta como as informações fornecidas pelo mapeamento são fundamentais para a definição de rotas estratégicas, garantindo operações seguras, eficientes e bem-sucedidas durante as missões com drones.



### 5.1.3. Inteligência do software

A inteligência do software do drone representa uma evolução significativa nas capacidades operacionais dessa tecnologia, permitindo que a aeronave tome decisões autônomas em resposta a obstáculos identificados durante as missões. Este avanço coloca o drone em um patamar de eficiência e segurança notável, pois a inteligência do software capacita a aeronave a reagir de forma autônoma a situações imprevistas. Ao detectar obstáculos, o software pode ajustar rotas, modificar trajetórias e até mesmo evitar colisões, tudo em tempo real. Essa discussão destaca não apenas a sofisticação tecnológica alcançada, mas também como a inteligência do software é essencial para assegurar uma operação autônoma precisa e segura, destacando a importância de avanços contínuos nessa área para aprimorar ainda mais a eficácia dos drones em diversas aplicações.

### 5.1.4. Configurações ajustáveis

As configurações ajustáveis surgem como um elemento crucial no arsenal de ferramentas disponíveis para operadores de drones, destacando-se especialmente na personalização das respostas da aeronave a obstáculos durante suas missões. Essa funcionalidade oferece uma flexibilidade valiosa, permitindo que os operadores adaptem as configurações de acordo com as necessidades específicas de cada cenário. Ao destacar a capacidade de ajustar parâmetros relacionados à detecção e evasão de obstáculos, as configurações ajustáveis proporcionam uma resposta personalizada que atende tanto às demandas específicas da tarefa quanto às preferências do operador.

### 5.1.5. Mapeamento genérico

O mapeamento genérico se revela como uma prática fundamental e universal, independentemente da origem do mapa utilizado. Essa abordagem ressalta a importância de criar representações visuais precisas da área de trabalho, independentemente da fonte dos dados cartográficos. Essa prática, ao proporcionar uma visão abrangente, destaca a necessidade de manter uma distância mínima durante o mapeamento e a importância de uma consciência constante em relação a obstáculos.

## 5.2. Prática do mapeamento

A prática do mapeamento deve ser conduzida em etapas sequenciais, proporcionando uma abordagem gradual para uma compreensão abrangente dessa técnica essencial. Iniciaremos com uma visão geral do mapeamento, destacando sua aplicação integral na garantia da segurança, no planejamento de voo eficiente e na execução bem-sucedida das operações com drones. Posteriormente, direcionaremos nossa atenção para as características específicas do software Agri Assist, aprofundando-nos em estratégias específicas, explorando a capacidade de tomada de decisões autônomas e examinando as configurações ajustáveis do drone em resposta a obstáculos. Essa abordagem progressiva visa não apenas fornecer uma compreensão sólida do mapeamento, mas também capacitar os participantes com habilidades práticas essenciais para a aplicação bem-sucedida desses conhecimentos no contexto das operações agrícolas com drones.

## 5.3. Treino prático online

A prática do mapeamento também deve ser conduzida em etapas sequenciais, proporcionando uma abordagem gradual para uma compreensão abrangente dessa técnica. Iniciaremos com uma visão geral do mapeamento, destacando sua aplicação integral na garantia da segurança, no planejamento de voo eficiente e na execução bem-sucedida das operações com drones. Posteriormente, direcionaremos nossa atenção para as características específicas do software Agri Assist, aprofundando-nos em estratégias específicas, explorando a capacidade de tomada de decisões autônomas e examinando as configurações ajustáveis do drone em resposta a obstáculos. Essa abordagem progressiva visa não apenas fornecer uma compreensão sólida do mapeamento, mas também capacitar os participantes com habilidades práticas essenciais para a aplicação bem-sucedida desses conhecimentos no contexto das operações agrícolas com drones.

### AVALIAÇÃO

A avaliação deste módulo se dará por meio de revisões interativas, oferecendo aos participantes a oportunidade de aplicar o conhecimento adquirido na prática. Durante essas revisões, os participantes utilizarão o Agri Assist para realizar mapeamentos e planejar missões agrícolas, proporcionando uma experiência prática e contextualizada.

Perguntas específicas, abrangendo configurações do software, estratégias de mapeamento e tomada de decisões autônomas, serão exploradas de maneira a garantir uma compreensão abrangente e aprofundada do módulo.

### Módulo 5 – Exercícios resolvidos:

**1. Explique a importância do mapeamento nas operações agrícolas com drones, conforme descrito no trecho fornecido. Aborde como o mapeamento vai além de simples representações visuais e discuta como ele desempenha um papel crucial em todas as fases, desde o planejamento até a execução das operações. Destaque também como o mapeamento contribui para a eficiência, segurança e maximização dos resultados durante o voo agrícola.**

*Resposta:*

O mapeamento desempenha um papel fundamental nas operações agrícolas com drones, sendo considerado a coluna vertebral do voo. Sua importância vai além de simplesmente criar representações visuais da área de trabalho, pois é uma ferramenta estratégica que proporciona uma visão abrangente do terreno, identificando terrenos, obstáculos e outros elementos relevantes. Desde a fase de preparação até a execução, o mapeamento é essencial. Ele possibilita o delineamento de rotas eficientes, a otimização do fluxo de trabalho e, em última análise, a maximização dos resultados alcançados durante o voo agrícola. Portanto, o módulo de mapeamento é a espinha dorsal da operação, garantindo não apenas representações visuais precisas, mas também contribuindo para a eficiência, segurança e sucesso geral das operações agrícolas com drones.

**2. Explique a relação entre o planejamento da missão e o mapeamento no contexto do voo com drones. Além disso, discuta a importância das informações obtidas pelo mapeamento na definição da operação.**

*Resposta Sugerida:*

O planejamento da missão e o mapeamento são elementos intimamente relacionados e essenciais no contexto do voo com drones. O mapeamento fornece informações detalhadas sobre a área de trabalho, servindo como o alicerce sobre o qual o planejamento de voo se sustenta. Por meio do mapeamento, são obtidos dados cruciais para determinar trajetórias seguras e eficazes, permitindo a identificação de obstáculos, relevos e características específicas do terreno.

A interconexão entre o mapeamento e o planejamento de voo destaca a importância de uma representação visual precisa da área de trabalho. As informações fornecidas pelo mapeamento são fundamentais para a definição de rotas estratégicas, garantindo operações seguras, eficientes e bem-sucedidas durante as missões com drones. Portanto, a relação entre o planejamento da missão e o mapeamento é de complementaridade e interdependência, sendo ambos essenciais para o sucesso das operações aéreas com drones.

## Módulo 6 – Prática

Neste módulo, faremos a transição do conhecimento teórico para a aplicação prática, proporcionando uma imersão direta no manuseio e operação de drones agrícolas. Cada dia de prática foi meticulosamente planejado para construir progressivamente as habilidades essenciais, assegurando uma transição suave do aprendizado para a aplicação efetiva. Vamos mergulhar nas atividades planejadas para cada dia: do primeiro contato inicial ao aprofundamento operacional no segundo dia, avançando no mapeamento no terceiro dia e, finalmente, dedicando os dias restantes a práticas intensivas de voo. O roteiro é ilustrado na tabela abaixo. Este módulo oferece uma abordagem abrangente e prática para aprimorar as habilidades necessárias na pilotagem remota de drones agrícolas em cenários reais.

AULAS PRÁTICAS	
DIA	PRÁTICA
1	Contato inicial
2	Aprofundamento operacional
3	Avançando no mapeamento
4,5,6	Práticas intensivas de voo

### 6.1. Contato inicial

No primeiro dia do curso prático, você será calorosamente recebido no mundo dos drones. Durante esta jornada inicial, terá seu primeiro contato prático com o drone, aprendendo o manejo do controle, técnicas eficientes de transporte e a montagem pré-voo. Além disso, exploraremos os princípios fundamentais das boas práticas de voo, revisando os conceitos abordados em módulos anteriores. Introduziremos o crucial Checklist de Pré-Voo, onde aplicaremos essas boas práticas em um teste prático, analisando sensores e superando obstáculos terrestres, por exemplo. Um período será dedicado inteiramente à aplicação prática desses conhecimentos recém-adquiridos, proporcionando uma experiência imersiva e consolidando as habilidades essenciais para a pilotagem de drones agrícolas. Este é apenas o início emocionante de sua jornada pelos céus do campo.

#### I Primeiro contato com o drone

O primeiro contato prático com o drone representa um momento fundamental no processo de aprendizado, proporcionando aos participantes a oportunidade de interagir fisicamente com a tecnologia. Durante essa etapa, os alunos terão acesso direto ao drone, podendo examinar de perto todos os seus componentes e entender a estrutura física da aeronave. Essa experiência prática incluirá a identificação e exploração dos diferentes elementos do drone, tais como hélices, motores, sensores e baterias.

Durante essa apresentação física, os instrutores destacarão a importância de cada componente para o funcionamento adequado do drone, proporcionando uma compreensão mais profunda de como a tecnologia opera. Além disso, os alunos terão a oportunidade de manusear o controle remoto, familiarizando-se com os comandos e desenvolvendo as habilidades necessárias para pilotar o drone de forma eficaz.

Esse primeiro contato prático não apenas estabelece uma base sólida para o entendimento do equipamento, mas também cria uma atmosfera envolvente e hands-on, essencial para o aprendizado significativo na pilotagem de drones agrícolas.

## **II Manejo do rádio controle**

Esta prática constitui uma etapa crucial no curso, focando na apresentação física do dispositivo e no entendimento detalhado de suas funcionalidades. Durante essa fase, os participantes terão a oportunidade de manusear o rádio controle do drone, explorando seus botões, manches e demais elementos.

Os instrutores irão detalhar as funções específicas do rádio controle, destacando como cada comando influencia o voo e as operações do drone. Isso incluirá uma análise aprofundada do modo de voo, o uso dos manches para controle de direção, altitude e velocidade, bem como a manipulação de outros recursos, como o acionamento da bomba de pulverização.

Além disso, será apresentado o aplicativo associado ao rádio controle, enfatizando sua importância no planejamento de voo, monitoramento de sensores e gestão geral das operações. Os participantes terão a oportunidade de explorar as diversas funcionalidades do aplicativo no dia seguinte.

## **III Mobilidade eficiente**

Esta prática é essencial para garantir uma operação fluida e bem-sucedida do drone agrícola, abordando as práticas ideais de transporte do equipamento e de seus acessórios necessários. Durante essa etapa, os participantes receberão orientações detalhadas sobre como movimentar o drone de maneira eficiente, otimizando o tempo e preservando a integridade do equipamento.

Serão apresentadas as melhores práticas para o transporte do drone, incluindo orientações sobre embalagem, organização e acondicionamento seguro. Os instrutores destacarão a importância de proteger as partes sensíveis do drone, como hélices, sensores e antenas, garantindo que cheguem ao local de operação em condições ideais.

Além disso, serão discutidos os procedimentos para o transporte do conjunto de acessórios, como baterias, carregadores, rádio controle, e demais ferramentas de manutenção de urgência. Os participantes aprenderão a otimizar o espaço, assegurando que todos os itens necessários estejam prontamente disponíveis quando necessário.

Ao final deste tópico, os alunos estarão aptos a realizar um transporte eficiente do drone e seus componentes, contribuindo para uma operação mais eficaz, reduzindo o tempo de preparação e minimizando o risco de danos durante o deslocamento.

## **IV Pré voo**

O tópico "pré-voo" é uma etapa crucial no processo de operação de drones agrícolas, onde os participantes serão guiados através de práticas essenciais antes do drone decolar. Dentro desse contexto, a "montagem física do drone e configurações" desempenha um papel fundamental na preparação para uma missão bem-sucedida.

Durante a montagem física, os instrutores fornecerão orientações detalhadas sobre como reunir e configurar os diferentes componentes do drone. Isso inclui fixar hélices, verificar a integridade da estrutura, conectar baterias e garantir que todos os sensores estejam devidamente posicionados. Essa prática visa assegurar que o drone esteja em condições ideais para o voo.

As configurações também desempenham um papel crucial nesta fase. Os participantes aprenderão a ajustar e verificar configurações importantes, como o sistema de navegação, modo de voo, calibrações necessárias e a conexão com o controle remoto. Garantir que essas configurações estejam corretas contribui para o desempenho seguro e eficiente do drone durante a missão.

## V Revisão de boas práticas

O tópico "Revisão de Boas Práticas" representa uma etapa fundamental do curso, proporcionando uma recapitulação abrangente dos conceitos previamente explorados em módulos anteriores. Os participantes serão guiados por uma revisão detalhada das boas práticas de pilotagem agrícola, concentrando-se em aspectos essenciais para a segurança, eficiência operacional e minimização do impacto ambiental.

Durante essa revisão, os instrutores destacarão a importância de checklists de segurança como ferramentas cruciais na preparação pré-voo. Os alunos terão a oportunidade de aprimorar suas habilidades na aplicação de checklists, garantindo que todas as verificações necessárias sejam realizadas de maneira sistemática antes de cada missão.

Além disso, serão revisitados os princípios fundamentais para operar drones de forma eficiente, considerando fatores como autonomia da bateria, trajetórias de voo otimizadas e utilização adequada de recursos. A ênfase estará na maximização da eficiência operacional, resultando em missões mais produtivas e economicamente viáveis.

O aspecto ambiental será abordado, reforçando a importância de práticas sustentáveis na operação de drones agrícolas. Os participantes serão incentivados a adotar estratégias que minimizem impactos negativos, promovendo uma abordagem responsável e consciente em relação ao meio ambiente.

## VI Boas práticas e Checklist

O checklist é a garantia da boa prática. Esta prática destaca a importância fundamental dessa ferramenta na promoção da segurança e eficiência operacional durante as atividades de pilotagem remota de drones agrícolas. O checklist, uma lista detalhada de verificações a serem realizadas antes, durante e após as operações, desempenha um papel crucial na garantia de que todos os procedimentos necessários sejam seguidos de maneira sistemática.

Ao abordar este tópico, os instrutores enfatizarão a necessidade de uma abordagem metódica e consistente ao utilizar o checklist. Os participantes aprenderão a aplicar as verificações de forma ordenada, abrangendo desde a preparação inicial do drone até a conclusão bem-sucedida de cada missão. Essa abordagem estruturada serve como uma garantia de que nenhum aspecto crítico seja negligenciado, contribuindo assim para a segurança global das operações.

Os elementos do checklist podem incluir a verificação do estado físico do drone, como hélices e sensores, a confirmação de que todas as baterias estão carregadas adequadamente, a avaliação das condições meteorológicas, entre outros. Cada item do checklist é projetado para cumprir padrões específicos de boas práticas, minimizando riscos potenciais e otimizando a eficiência operacional.

Além disso, os instrutores abordarão a importância da adaptação do checklist às condições específicas de cada missão. Isso enfatiza a flexibilidade dessa ferramenta para atender a diferentes contextos e requisitos operacionais, garantindo que seja uma ferramenta adaptável e abrangente.

## VII Primeiro voo de teste

Este tópico proporciona aos operadores uma introdução prática ao manuseio e à operação segura da aeronave. Durante essa etapa crucial, os participantes terão a oportunidade de aplicar os conhecimentos adquiridos nas aulas teóricas, colocando em prática os princípios fundamentais da pilotagem remota.

No primeiro voo de teste, os instrutores irão guiar os participantes na execução de procedimentos prévios, como a verificação detalhada do drone, garantindo que todas as conexões estejam seguras, as hélices devidamente fixadas e que os sensores estejam operacionais. A análise crítica desses elementos é vital para garantir a integridade física da aeronave antes da decolagem.

Durante o teste, os operadores serão orientados no manejo do controle remoto, destacando as funções essenciais, como acionamento dos motores, elevação, movimentação lateral e rotação. Esse momento inicial permitirá que os participantes se familiarizem com os comandos e adquiram confiança na manipulação do drone.

A prática de transporte eficiente também será abordada, ressaltando a importância de manipular o drone com cuidado e segurança, tanto no solo quanto durante o voo. A ênfase na prática de transporte visa garantir que os operadores estejam cientes de como manusear a aeronave de forma a evitar danos ou acidentes.

Após o primeiro voo de teste, os participantes terão a oportunidade de fornecer feedback inicial, compartilhando suas experiências e eventuais desafios enfrentados. Esse feedback é valioso para ajustar o treinamento futuro e garantir que as dúvidas sejam esclarecidas.

### **VIII Análise de indicadores**

O tópico "Análise de Indicadores" foca na importância da avaliação detalhada dos indicadores e sensores do drone, proporcionando aos operadores as habilidades necessárias para interpretar dados cruciais durante o processo de pulverização agrícola. Durante essa etapa, os participantes aprenderão a realizar análises minuciosas dos indicadores, identificando potenciais problemas e tomando ações corretivas proativas.

Os instrutores orientarão os operadores sobre como interpretar leituras dos sensores, como o acelerômetro e a bússola, garantindo que esses componentes essenciais estejam funcionando adequadamente para uma operação segura. A compreensão dos indicadores relacionados à estabilidade e orientação do drone é fundamental para evitar possíveis desvios ou falhas durante o voo.

O treinamento também abordará a análise de indicadores relacionados ao sistema de pulverização, como o fluxômetro, garantindo que a distribuição de defensivos agrícolas seja uniforme e eficiente. Os participantes aprenderão a identificar anomalias nos indicadores de pulverização e tomar medidas corretivas para otimizar a aplicação.

Além disso, serão discutidos procedimentos de análise de dados coletados pelo drone, incluindo informações sobre o estado da bateria, qualidade do sinal GPS, e possíveis alertas de obstáculos. Essa análise abrangente permitirá que os operadores tomem decisões informadas durante o voo, contribuindo para a eficácia operacional e a segurança.

Em casos de intercorrências identificadas durante a análise de indicadores, os participantes serão orientados sobre as ações corretivas apropriadas. Isso pode envolver desde ajustes imediatos no controle do drone até a necessidade de realizar manutenção mais detalhada em sensores específicos.

### **VIX Superando obstáculos**

Esta prática é crucial para capacitar os operadores de drones de pulverização agrícola a lidar efetivamente com desafios e obstáculos que podem surgir durante a fase de planejamento de voo. Durante essa etapa, os participantes aprenderão na prática as estratégias e boas práticas para contornar obstáculos terrestres, garantindo a segurança do drone.

Os instrutores destacarão a importância de uma avaliação prévia do local de operação, identificando potenciais obstáculos, como árvores, edificações, fios elétricos e outros elementos que possam interferir na rota planejada do drone. A análise antecipada permitirá a implementação de medidas preventivas no planejamento de voo, evitando colisões e danos ao equipamento.

Durante a formação, os participantes serão orientados sobre o uso efetivo de ferramentas de planejamento de voo, como mapas topográficos e sistemas de mapeamento, para identificar e superar obstáculos terrestres de maneira proativa. Essas ferramentas fornecerão insights valiosos sobre a topografia do terreno, permitindo ajustes na rota do drone para evitar obstáculos de maneira eficiente.

Além disso, serão abordadas técnicas de manobra e controle do drone em situações desafiadoras.

Os operadores aprenderão a realizar ajustes na altitude, velocidade e trajetória do voo para superar obstáculos com segurança, sem comprometer a eficácia da pulverização agrícola.

Os participantes também serão treinados em protocolos de comunicação e coordenação com equipes em campo, garantindo uma abordagem integrada na identificação e superação de obstáculos terrestres. A ênfase será colocada na importância da colaboração e da comunicação efetiva para otimizar as operações.

## **6.2. Aprofundamento na prática**

No segundo dia do curso, os participantes vivenciarão uma etapa de aprofundamento prático, centrada na continuidade da familiarização com as boas práticas do checklist. Esse processo visa reforçar os procedimentos essenciais para garantir a segurança e eficiência operacional durante a utilização do drone. Além disso, os alunos serão introduzidos ao uso prático dos aplicativos, com destaque para aqueles relacionados ao mapeamento agrícola. Durante esta fase, os participantes aprenderão a utilizar e configurar recursos como o RTK, aprimorando suas habilidades práticas.

### **I Aplicativos**

No tópico dedicado aos "Aplicativos", será abordada a importância e funcionalidades dos softwares utilizados no contexto da pilotagem remota de drones de pulverização agrícola. Esses aplicativos desempenham papéis cruciais, desde o gerenciamento de voo até a calibração, configuração e monitoramento das missões. Durante a exploração deste tema, os participantes serão instruídos sobre a seleção adequada dessas ferramentas, compreendendo como elas contribuem para uma operação eficiente e segura. A ênfase estará na familiarização prática com os aplicativos, capacitando os operadores a utilizar essas tecnologias de maneira eficaz e integrada às práticas de voo agrícola.

### **II Introdução ao mapeamento**

Esta prática abordará a relevância fundamental do mapeamento no contexto do curso. Durante essa fase, os participantes serão guiados a compreender a importância estratégica do mapeamento na otimização das operações agrícolas. Serão discutidos conceitos essenciais, como a coleta de dados e o mapeamento ótimo que são fundamentais dentro de um planejamento eficiente de missões. Além disso, os instrutores destacarão a interconexão entre a qualidade do mapeamento e a eficácia das práticas de pulverização. Os participantes serão orientados sobre como incorporar o mapeamento de forma efetiva em suas operações, garantindo uma abordagem estratégica e informada para alcançar resultados agrícolas superiores.

### **III Configuração de recursos**

O tópico "Configuração de Recursos" será dedicado à exploração detalhada das configurações disponíveis no software de gerenciamento de missão do drone. Durante esta fase do curso, os participantes serão introduzidos às opções de configuração que influenciam diretamente no desempenho e funcionalidade da aeronave. Isso incluirá aspectos como a calibração de

sensores, ajustes de atuadores, configurações de voo automático e personalização de parâmetros conforme as necessidades específicas de cada missão. Os instrutores fornecerão uma visão abrangente das opções disponíveis, permitindo que os participantes compreendam como otimizar as configurações para melhor atender aos requisitos operacionais e de segurança. A ênfase será colocada na capacidade dos operadores de ajustar os recursos conforme as condições do ambiente e os objetivos da missão, garantindo uma pilotagem remota mais eficiente e precisa.

### **6.3. Avançando no mapeamento**

No terceiro dia, os participantes mergulharão em um treinamento detalhado sobre "Mapeamento Profundo". Nessa etapa, serão explorados minuciosamente os detalhes do processo de mapeamento, abrangendo a configuração cuidadosa de dispositivos, avaliação das distâncias necessárias, análise do terreno, definição estratégica dos pontos de partida e chegada, dentre outros. Este módulo oferece uma compreensão aprofundada do processo de mapeamento agrícola, capacitando os alunos a enfrentar desafios específicos com confiança e precisão.

#### **I Exploração detalhada do processo de mapeamento**

No tópico "Exploração Detalhada do Processo de Mapeamento", os participantes serão guiados por uma análise minuciosa das etapas envolvidas no processo de mapeamento com drones agrícolas, com ênfase na perspectiva de que o mapeamento não é apenas uma atividade de voo, mas uma integração de observações de campo e dados coletados anteriormente. Este módulo aprofundará a compreensão sobre como realizar uma missão de mapeamento de forma eficiente e precisa, utilizando o aplicativo dedicado. Os instrutores destacarão a importância de planejar cuidadosamente a missão, considerando variáveis como a topografia do terreno, o tipo de cultura e a sobreposição entre as imagens. Serão abordadas técnicas avançadas de configuração no aplicativo para otimizar a qualidade do mapeamento e garantir uma coleta de dados precisa. Além disso, os participantes aprenderão a interpretar os resultados obtidos, fundamentais para a tomada de decisões informadas no contexto agrícola.

### **6.4. Práticas intensivas de voo**

Nos dias subsequentes, os alunos do curso participarão de "Práticas Intensivas de Voo".

Durante essas aulas práticas, os dias serão dedicados exclusivamente à aplicação direta do conhecimento adquirido nos dias anteriores de uma maneira mais aprofundada e dinâmica. Os alunos terão a oportunidade de reforçar e aprimorar as habilidades de controle e manobra por meio de exercícios intensivos, consolidando efetivamente o aprendizado teórico em experiência prática.

Esteja preparado para uma etapa prática de aprendizado, na qual consolidaremos o conhecimento teórico através da experiência prática, capacitando-o para operar drones agrícolas com eficiência.

## 7 Referências

- AGR., E.; HARGER, N. "**Tecnologia de aplicação de agrotóxicos.**" Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/1355202/1529289/Tecnologia+de+aplica%C3%A7%C3%A3o+de+agrot%C3%B3xicos+-+Nelson+Harger.pdf/16477002-37b0-0d09-a994-2e41a4f574a5>>. Acesso em: 14 fev. 2024.
- AIRES, R. "**Adjuvantes agrícolas: o que são e como utilizá-los**". Disponível em: <<https://agriq.com.br/adjuvantes-agricolas/>>. Acesso em: 20 fev. 2024.
- ANDOGNINI, J. "**Passo a passo de como fazer a limpeza de pulverizador agrícola com segurança. Blog da Agro**" Rubens, 22 mar. 2021. Disponível em: <<https://blog.aegro.com.br/limpeza-de-pulverizador-agricola/>>. Acesso em: 15 fev. 2024
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE DEFESA VEGETAL (ANDEF). "**MANUAL DE USO CORRETO E SEGURO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS/AGROTÓXICOS**". Disponível em: <<https://www.embrapa.br/tema-plantas-daninhas/sobre-o-tema>>. Acesso em: 14 fev. 2024.
- BRASIL, ANAC. "**Registros e Certificados**". Disponível em <<https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/drones/registros-e-certificados-de-drones>>. Acesso em: 26 fev. 2024.
- BRASIL, Embrapa. "**Doenças - portal Embrapa**". Disponível em: <<https://www.embrapa.br/hortalicas/pimenta/doencas>>. Acesso em: 14 fev. 2024.
- BRASIL, Embrapa. "**Sobre o tema - Portal Embrapa**". Disponível em: <<https://www.embrapa.br/tema-plantas-daninhas/sobre-o-tema>>. Acesso em: 5 mar. 2024.
- BRASIL, Embrapa. "**Ecotoxicologia – Portal Embrapa**". Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/agricultura-e-meio-ambiente/qualidade/avaliacao/ecotoxicologia>>. Acesso em: 14 fev. 2024.
- BRASIL, Embrapa. "**Doc 102 - Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas**". Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/426350/1/Dc102.pdf>>. Acesso em 20 fev. 2024.
- BRASIL, FAB. "**Saiba mais sobre o voo de Aeronaves Remotamente Pilotadas**": Disponível em:<<https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/24275/ESPA%C3%87O%20A%C3%89REO%20-20Saiba%20mais%20sobre%20o%20voo%20de%20Aeronaves%20Remotamente%20Pilotada%20s>>. Acesso em: 5 mar. 2024.
- CHRISTOFOLETTI, J.C. (1992) "**Manual Shell de máquinas e técnicas de aplicação de defensivos agrícolas**". Campinas : Shell.
- CONTIERO, R. L.; BIFFE, D. F.; CATAPAN, V. (2018) "**Tecnologia de Aplicação.**" Em: Hortaliças-fruto. [s.l.] EDUEM.

COSTA, L. C. "**Toxicologia**". Disponível em: <<https://www.linkedin.com/pulse/toxicologia-luiz-claudio-costa-?originalSubdomain=pt>>. Acesso em: 14 fev. 2024.

DRONE VISUAL. "**Conheça a Legislação de Drones no Brasil**". Drone Visual 17 set. 2018. Disponível em: <<https://www.dronevisual.com/post/2018/09/14/conheca-legislacao-de-drones-no-brasil-homologacao>>. Acesso em: 5 mar. 2024.

ELYSIOS. "**Boas Práticas para Aplicação de Defensivos Químicos – Elysios**". Disponível em: <<https://elysios.com.br/boas-praticas-para-aplicacao-de-defensivos-quimicos/>>. Acesso em: 20 fev. 2024.

FERNANDES, C. "**Controle biológico de pragas: o que é e a principais formas de realizar**". Disponível em: <<https://rehagro.com.br/blog/controle-biologico-de-pragas-agricolas/>>. Acesso em: 5 mar. 2024.

GALLO, D. ; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BAPTISTA, G.C.de.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. (2002) "**Entomologia agrícola**". Piracicaba : FEALQ.

HOMA, J. M. (2002). "**Aerodinâmica e teoria de vôo: noções básicas**" (21 ed.). ASA - Edições e Artes Gráficas.

JOHN ANDERSON (2016). "**Fundamentals of Aerodynamics**" (6th). McGraw Hill.

MACHADO, A.-A. W. "**Leia tudo sobre os tipos de pontas / bicos de pulverização terrestre!!**". Disponível em: <[https://www.agrolink.com.br/agrolinkfito/tecnologia-de-aplicacao/aplicacao-terrestre/leia-tudo-sobre-as-pontas---bicos-de-pulverizacao-agricola\\_479579.html](https://www.agrolink.com.br/agrolinkfito/tecnologia-de-aplicacao/aplicacao-terrestre/leia-tudo-sobre-as-pontas---bicos-de-pulverizacao-agricola_479579.html)>. Acesso em: 20 fev. 2024.

NEWMAN, M.C. (2009). "**Fundamentals of Ecotoxicology**" (3rd ed.). CRC Press.  
PESTICIDEWISE. "**Escolher um tipo de bico de pulverização**". Disponível em: <<https://www.pesticidewise.com/pt/faq/escolher-um-tipo-de-bico-de-pulverizacao>>. Acesso em: 20 fev. 2024.

PICANÇO, M. C (2010). "**Manejo Integrado de Pragas**". Universidade Federal de Minas Gerais. Viçosa, Minas Gerais.

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

RAND, G.M. (Ed.). (2010). "**Fundamentals of Aquatic Toxicology: Effects, Environmental Fate and Risk Assessment**" (3rd ed.). CRC Press.

RIBEIRO, C. "**Principais pragas na agricultura do Brasil**". Disponível em: <<https://blog.sensix.ag/principais-pragas-na-agricultura-do-brasil/>>. Acesso em: 15 fev. 2024.

SANTOS, J. M. F. (2002). "Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas". São Paulo: Instituto Biológico.

SÃO PAULO, CETESB. "**Conceitos básicos de toxicologia**". Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/emergencias-quimicas/aspectos-gerais/toxicologia/conceitos-basicos-de-toxicologia/>>. Acesso em: 14 fev. 2024.

WALKER, C.H., SIBLY, R.M., HOPKIN, S.P., & PEAKALL, D.B. (2012). "**Principles of Ecotoxicology**" (4th ed.). CRC Press.

ZANCO, /. "**Partes do Avião – parte 1**". Disponível em: <<https://guiadoaviador.wordpress.com/2017/03/30/partes-do-aviao-parte-1/>>. Acesso em: 5 mar. 2024.

## Apêndice A - Exercícios

### Módulo 1

1. Qual é a configuração de drone que é mais popular por ser mais fácil de ser controlada e possui mais aderência ao público devido à sua estabilidade e baixo investimento?
  - a) RPA de asa rotativa
  - b) RPA de asa fixa
  - c) RPA de asa híbrida
  - d) RPA de asa delta
2. Qual é o componente responsável por fazer os movimentos dos ailerons, flaps, leme e profundor da RPA de asa fixa?
  - a) GPS
  - b) Servo-motor
  - c) Baterias
  - d) Câmera
  - e) Gimbal
3. Qual é a características que torna a pulverização por RPAS uma alternativa mais segura em comparação com a aplicação aérea tradicional?
  - a) Maior velocidade de voo
  - b) Dispensa de materiais tóxicos
  - c) Proximidade do solo durante a aplicação
  - d) Presença de um piloto a bordo da aeronave
  - e) Facilidade de manobra em altitudes elevadas
4. Qual é uma semelhança fundamental entre a aerodinâmica de aeronaves de asa fixa e aeronaves de asas rotativas?
  - a) Ambas dependem exclusivamente da força do motor para sustentação.
  - b) Ambas não requerem estabilizadores verticais para voar.
  - c) Ambas possuem asas que geram sustentação durante o voo.
  - d) Ambas são imunes aos efeitos do arrasto aerodinâmico.
5. Qual é a principal função das superfícies que compõem a empenagem de uma aeronave?
  - a) Gerar sustentação durante o voo.
  - b) Manter a estabilidade e a controlabilidade do voo.
  - c) Controlar a potência do motor.
  - d) Reduzir o arrasto aerodinâmico.
  - e) Aumentar a resistência estrutural da aeronave.
6. Qual é o nome da parte da asa que é a parte frontal e responsável por cortar o ar durante o voo?
  - a) Envergadura
  - b) Corda
  - c) Raiz
  - d) Ponta
  - e) Bordo de ataque
7. Qual é o componente de uma asa que se estende desde o bordo de ataque até o bordo de fuga?
  - a) Ponta da asa
  - b) Intradorso
  - c) Corda
  - d) Raiz da asa
  - e) Bordo de fuga
8. Qual é o eixo imaginário que se estende do nariz à cauda da aeronave?
  - a) Eixo lateral
  - b) Eixo longitudinal
  - c) Eixo vertical
  - d) Eixo transversal
  - e) Eixo de sustentação
9. Qual é o ponto específico ao longo da asa onde a força resultante de sustentação e a força de arrasto são aplicadas?
  - a) Intradorso
  - b) Bordo de ataque
  - c) Bordo de fuga
  - d) Centro de pressão
  - e) Extradorso

10. Qual é a definição correta do arrasto induzido em um aerofólio em deslocamento?

a) O arrasto induzido é a resistência ao avanço causada pela redução da pressão na parte traseira do corpo da aeronave, devido à desordem dos filetes de ar que não acompanham toda a curvatura do corpo.

b) O arrasto induzido é a soma dos arrastos produzidos pelos diversos componentes da aeronave.

c) O arrasto induzido é a resistência ao avanço causada pela redução da pressão na parte dianteira do corpo da aeronave, devido à desordem dos filetes de ar que não conseguem acompanhar toda a curvatura do corpo.

d) O arrasto induzido é a resistência ao avanço causada pela diferença de pressão entre a parte superior e a parte inferior do perfil do aerofólio, resultando em um vórtice na ponta da asa.

e) O arrasto induzido é a força que impulsiona a aeronave para frente, gerada pela diferença de pressão entre a parte superior e a parte inferior do perfil do aerofólio.

11. Qual das seguintes afirmações melhor descreve o "peso máximo de decolagem" (PMD) de uma aeronave?

a) O peso total da aeronave, incluindo todos os passageiros, bagagens e carga transportada.

b) O peso máximo que a aeronave pode suportar durante o voo, independentemente das condições atmosféricas.

c) A soma do peso vazio da aeronave com a carga útil, incluindo tripulação, passageiros, bagagem e combustível.

d) O limite de carga que a aeronave pode transportar antes de exceder os parâmetros de desempenho e segurança.

e) A quantidade máxima de combustível que a aeronave pode transportar em condições ideais de voo.

12. Qual das seguintes afirmações sobre a tração em uma aeronave está correta?

a) A tração é gerada pela sustentação da aeronave, proporcionando o impulso necessário para o voo.

b) A tração é a força resultante da pressão atmosférica exercida sobre a superfície da asa da aeronave.

c) A tração é a força oposta ao arrasto e é produzida pela hélice, convertendo a potência do motor em movimento para a aeronave.

d) A tração é a resultante da resistência do ar sobre a aeronave, impedindo seu avanço e exigindo mais potência do motor.

e) A tração é a força que mantém a aeronave em equilíbrio, balanceando o peso da carga útil e do combustível.

13. Qual das seguintes afirmativas sobre peso e balanceamento de aeronaves é verdadeira?

a) O Centro de Gravidade (CG) é um ponto fixo na aeronave e não se move independentemente das mudanças de carga.

b) Um peso menor e mais distante do ponto de apoio de uma alavanca tem o mesmo efeito que um peso maior e mais próximo do ponto de apoio.

c) O balanceamento correto da aeronave não afeta o controle da mesma durante situações de emergência.

d) Um Centro de Gravidade (CG) próximo ao limite traseiro pode dificultar o controle da aeronave, especialmente em situações de emergência.

e) Um piloto percebe um deslocamento do Centro de Gravidade (CG) para frente quando o compensador está para frente e é necessário aplicar pressão para frente no manche.

14. Durante um voo nivelado, qual a relação entre a tração e o arrasto de uma aeronave?

a) A tração é igual ao arrasto.

b) A tração é maior que o arrasto.

c) A tração é menor que o arrasto.

d) A tração é oposta ao arrasto, mas não há relação específica entre elas.

e) A tração e o arrasto não têm relação durante um voo nivelado.

15. Qual das seguintes entidades não é responsável pela regulamentação da operação de drones de aplicação agrícola?

- a) ANATEL
- b) ANAC
- c) IBAMA
- d) DECEA
- e) MAPA

16. Qual das seguintes legislações não é mencionada como pertinente à operação de veículos aéreos não tripulados (VANTs) de uso agrícola, de acordo com o texto fornecido?

- a) ICA 100-40
- b) Lei 5371/1967
- c) RBAC-E94
- d) Lei 7802/1989
- e) Portaria 298/2021

17. Qual é a lei conhecida como "Lei dos Agrotóxicos"?

- a) Lei 7802/1989
- b) Lei 7565/1986
- c) Lei 298/2008
- d) Lei 94-003/1981
- e) Lei 56-2/1994

18. Qual é o tipo de visada (modo de pilotagem que considera o campo de visão do piloto) em que o piloto mantém a RPA sempre em vista, sem auxílio de lentes ou outros equipamentos?

- a) BLOS
- b) VLOS
- c) EVLOS
- d) UAS
- e) IFR

19. Qual é o requisito de idade estabelecido pelo RBAC-E 94 para pilotos remotos e observadores de RPA?

- a) 16 anos ou mais.

b) 21 anos ou mais.

c) 18 anos ou mais.

d) 20 anos ou mais.

e) 25 anos ou mais.

20. Qual documento não é necessário para o piloto remoto durante toda a operação de RPA de aplicação agrícola?

- a) Certidão de Cadastro e o Certificado de Matrícula.
- b) Certificado de Aeronavegabilidade válido.
- c) Manual de voo, emitido pelo fabricante.
- d) Apólice de seguro ou certificado de seguro com comprovante de pagamento, dentro da validade.
- e) Documento que contém a avaliação de risco operacional.

21. Qual documento deve ser obrigatoriamente portado pelo piloto remoto durante toda a operação de um drone classe 3, exceto quando se trata de uma RPA com peso máximo de decolagem menor ou igual a 250 gramas?

- a) Título de eleitor.
- b) CPF
- c) Apólice de seguro.
- d) Certidão de Cadastro e Certificado de Matrícula.
- e) Passaporte brasileiro.

22. Qual das seguintes afirmativas sobre a operação de RPAs (Aeronaves Remotamente Pilotadas) está correta?

- a) RPAs Classe 3 estão autorizadas a operar acima de 400 pés AGL (Above Ground Level) sem restrições.
- b) A operação autônoma de RPAs é permitida em qualquer área, independentemente das regulamentações locais.
- c) O transporte de artigos perigosos é permitido em RPAs, desde que relacionados a atividades agrícolas.
- d) Pilotos remotos não precisam manter registros de voos para RPAs Classe 1 e 2, de acordo com o RBAC-E nº 94.

e) Um piloto remoto não pode operar mais de um RPA simultaneamente.

23. Qual é o procedimento recomendado para acessar o Espaço Aéreo Brasileiro por aeronaves não tripuladas, conforme descrito no texto?

a) Solicitar autorização de voo diretamente ao DECEA via e-mail.

b) Entrar em contato com as autoridades aeronáuticas locais por telefone para obter autorização.

c) Acessar o Portal DRONE/UAS ou o SARPAS para solicitar autorização de voo.

d) Preencher um formulário físico e enviá-lo por correio para a ANAC.

e) Utilizar um serviço de terceiros não especificado no texto para solicitar autorização.

24. Qual é a função da ICA 100-40 mencionada no texto sobre regulamentação de aeronaves não tripuladas?

a) Estabelecer diretrizes para o uso de drones em atividades recreativas.

b) Regular os procedimentos de voo para aeronaves tripuladas em espaço aéreo não controlado.

c) Definir as regras para a circulação de aeronaves agrícolas nos aeroportos brasileiros.

d) Regulamentar os procedimentos e responsabilidades necessários para o acesso seguro ao Espaço Aéreo Brasileiro por aeronaves não tripuladas.

e) Padronizar as comunicações por rádio entre pilotos e controladores de tráfego aéreo.

25. Qual das seguintes alternativas está incorreta com relação à regulamentação do uso de RPAS em atividades agropecuárias?

a) A Instrução Normativa nº 02 de 3 de janeiro de 2008 estabelece normas de trabalho da aviação agrícola.

b) A Portaria 298 de 22 de setembro de 2021 regulamenta exclusivamente o uso de RPAS

na aviação comercial.

c) O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) é responsável por regulamentar o uso de RPAS na atividade agropecuária.

d) A Portaria 298 de 22 de setembro de 2021 estabelece regras para cursos de formação aeroagrícola remota.

e) As normas regulamentadoras abrangem a aplicação de agrotóxicos, adjuvantes, fertilizantes, inoculantes, corretivos e sementes.

26. Qual das seguintes afirmações sobre o registro de operadores de ARP agrícola está incorreta?

a) O registro dos operadores de ARP é feito através de requerimento no Sistema Integrado de Registro e Estabelecimentos Agropecuários – SIPEAGRO, junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

b) O responsável técnico, que pode ser um engenheiro agrônomo ou engenheiro florestal registrado no respectivo Conselho Profissional, é exigido apenas para pessoas jurídicas operadoras de RPA.

c) O aplicador aeroagrícola remoto deve possuir o Curso para Aplicação Aeroagrícola Remota (CAAR), a menos que tenha habilitação de coordenador ou técnico executor em aviação agrícola, comprovada por certificado de conclusão de curso.

d) Após o registro, os operadores de ARP devem remeter mensalmente, via SIPEAGRO, o relatório das atividades executadas, conforme previsto na Instrução Normativa nº 02 de 3 de janeiro de 2008 e na Portaria nº 298, de 22 de setembro de 2021.

e) O registro de alterações nos dados cadastrais deve ser informado dentro do prazo máximo de sessenta dias.

27. Qual das seguintes afirmações sobre a Portaria 298 de 22 de setembro de 2021 está incorreta?

- a) A portaria estabelece regras para operação de aeronaves remotamente pilotadas voltadas à pulverização, incluindo restrições de distância em áreas habitadas e mananciais.
- b) Os operadores de ARP precisam registrar-se no MAPA por meio do Sistema Integrado de Produtos e Estabelecimentos Agropecuários (SIPEAGRO), apresentando documentação específica, como contrato social e certificados de conclusão de cursos.
- c) A portaria dispõe sobre a obrigatoriedade de apresentação de relatórios mensais de atividades no SIPEAGRO, os quais devem ser disponibilizados até o décimo quinto dia do mês subsequente.
- d) As entidades de ensino interessadas em oferecer o Certificado de Autorização de Aplicação Aérea Remota (CAAR) devem solicitar seu registro por meio do SIPEAGRO, apresentando apenas cópia do estatuto ou contrato social.
- e) O uso de drones para aplicação agrícola está sujeito a regras específicas visando a segurança operacional e ambiental, incluindo restrições de distância e medidas de segurança obrigatórias no local da aplicação.

28. Qual documento é necessário para os operadores de Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP) solicitarem registro junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) por meio do Sistema Integrado de Produtos e Estabelecimentos Agropecuários (SIPEAGRO)?

- a) Contrato social da entidade registrada no MAPA.
- b) Certificado de conclusão do curso de aplicação aeroagrícola remota (CAAR).
- c) Registro do responsável técnico na ANAC.
- d) Cópia do estatuto ou contrato social da entidade, comprovação de um engenheiro agrônomo registrado no conselho de classe e com curso de coordenador em aviação agrícola.

e) Certificado de Aeronavegabilidade do drone.

29. Qual é a exigência para a apresentação do relatório mensal de atividades pelos operadores de Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP) registrados no MAPA, conforme estabelecido na Portaria 298 de 22 de setembro de 2021?

- a) Deve ser enviado até o último dia do mês subsequente ao da realização das atividades.
- b) Deve ser disponibilizado até o décimo dia útil do mês subsequente ao da realização das atividades.
- c) Deve ser encaminhado até o décimo quinto dia do mês subsequente ao da realização das atividades.
- d) Deve ser entregue até o vigésimo dia do mês subsequente ao da realização das atividades.
- e) Deve ser submetido até o final do segundo mês subsequente ao da realização das atividades.

30. Qual das seguintes declarações sobre a Portaria 298 de 22 de setembro de 2021, que regula a operação de aeronaves remotamente pilotadas voltadas à pulverização, está correta?

- a) A portaria não estabelece restrições de distância para a aplicação aérea com ARP.
- b) O registro dos operadores de ARP junto ao MAPA não é obrigatório segundo a portaria.
- c) As entidades de ensino interessadas em oferecer o Certificado de Autorização de Aplicação Aérea Remota (CAAR) não precisam submeter um projeto de execução do curso à Superintendência Federal de Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
- d) O uso por cooperativas e consórcios de produtores rurais das ARP está liberado para qualquer tipo de área, independentemente de pertencer a um cooperado.

e) A portaria prevê o cancelamento do registro do operador de ARP em caso de não cumprimento das exigências estabelecidas.

31. A Portaria 298 de 22 de setembro de 2021 estabelece várias disposições relacionadas à operação de aeronaves remotamente pilotadas (ARP) voltadas à pulverização agrícola. Considerando o conteúdo da portaria, qual das seguintes afirmações é verdadeira?

a) A aplicação aérea com ARP é permitida a menos de 20 metros de áreas habitadas, mananciais, reservas legais e outras áreas ambientais protegidas, sem exceções.

b) As entidades de ensino registradas no MAPA não precisam atualizar seu cadastro para oferecer o Certificado de Autorização de Aplicação Aérea Remota (CAAR) conforme as disposições da portaria.

c) O descarte adequado de resíduos de calda de agrotóxicos e limpeza pode ser feito em qualquer local a critério do operador, sem seguir normas específicas de descarte e lavagem de embalagens.

d) O MAPA não pode fiscalizar os cursos de aplicação aeroagrícola remota oferecidos por entidades de ensino registradas, uma vez que o curso pode ser realizado na modalidade de Ensino a Distância (EaD).

e) Os operadores de ARP registrados no MAPA devem apresentar relatórios mensais de atividades no SIPEAGRO, informar qualquer alteração dos dados cadastrais em até trinta dias, manter registros das aplicações, mapas de aplicação e receituários agrônômicos arquivados por no mínimo dois anos, e cumprir as exigências e prazos estabelecidos pela fiscalização do MAPA.

32. Qual dos seguintes itens não é uma obrigação dos operadores de ARP de acordo com a Portaria 298 de 22 de setembro de 2021?

a) Apresentar relatórios mensais de atividades no SIPEAGRO.

b) Informar qualquer alteração dos dados

cadastrais em até trinta dias.

c) Manter registros das aplicações, mapas de aplicação e receituários agrônômicos arquivados por no mínimo dois anos.

d) Atender às exigências e prazos estabelecidos pela fiscalização do MAPA.

e) Realizar a inspeção técnica anual das aeronaves remotamente pilotadas.

33. De acordo com a Portaria 298 de 22 de setembro de 2021, quais são as principais restrições estabelecidas para a aplicação aérea com ARP (Aeronaves Remotamente Pilotadas)?

a) A aplicação aérea com ARP é permitida a qualquer distância de áreas habitadas, mananciais, reservas legais e outras áreas ambientais protegidas.

b) A aplicação aérea com ARP é permitida apenas em áreas agrícolas a uma distância mínima de 50 metros de áreas habitadas e mananciais.

c) A aplicação aérea com ARP não é permitida a menos de 20 metros de áreas habitadas, mananciais, reservas legais e outras áreas ambientais protegidas, exceto em casos de produtos autorizados para uso na agricultura orgânica.

d) A aplicação aérea com ARP é permitida a uma distância mínima de 10 metros de áreas habitadas, desde que a altura do voo seja superior a 100 metros.

e) Não existem restrições para a aplicação aérea com ARP, desde que a altura do voo seja superior a 200 metros.

34. Qual das seguintes afirmações é verdadeira sobre a Instrução Normativa nº 2 de 3 de janeiro de 2008?

a) Estabelece os requisitos para registro de operadores de drones.

b) Define as regras para operações de drones acima de 400 pés.

c) Regula o uso de drones para fins recreativos.

d) Aborda normas de trabalho da aviação agrícola e segurança para aeronaves agrícolas.

e) Estabelece as diretrizes para operações de drones em áreas urbanas.

35. Qual das seguintes afirmações sobre o Decreto nº 86.765, de 22 de dezembro de 1981, está incorreta?

a) Estabelece competências do Ministério da Agricultura para propor políticas e supervisionar atividades na aviação agrícola.

b) Define exclusivamente atividades relacionadas à aplicação de defensivos agrícolas na aviação agrícola.

c) Permite que o Ministério da Agricultura celebre convênios com universidades e órgãos para cursos, pesquisas e experimentação na área.

d) Exige registro e cadastro de empresas que operam na aviação agrícola, com requisitos específicos para obtenção do registro.

e) Não prevê penalidades para o descumprimento das disposições do regulamento.

36. Com base nas informações fornecidas sobre o registro e cadastro de empresas de aviação agrícola, assinale a alternativa CORRETA:

a) O registro das empresas no Ministério da Agricultura requer apenas a autorização do Ministério da Aeronáutica.

b) As empresas devem comunicar ao Ministério da Agricultura apenas mudanças no número de pilotos licenciados.

c) O pedido de registro deve ser enviado ao Delegado Federal de Agricultura acompanhado apenas do contrato social da empresa.

d) O cadastro geral das empresas no Ministério da Agricultura é utilizado apenas para fins estatísticos.

e) As empresas devem possuir engenheiro agrônomo registrado, pilotos licenciados, técnicos em agropecuária, e aeronaves equipadas conforme os padrões técnicos

estabelecidos para obter o registro.

37. De acordo com as disposições sobre fiscalização na aviação agrícola, assinale a alternativa CORRETA:

a) A fiscalização é conduzida exclusivamente pelos órgãos da administração pública que possuem aeronaves agrícolas.

b) Os interessados têm o direito de recusar a fiscalização caso não concordem com as normas de proteção estabelecidas.

c) A duplicidade de fiscalização é proibida.

d) O infrator não tem o direito de recorrer da penalidade de multa, conforme estabelecido no decreto.

e) As multas aplicadas variam apenas de acordo com a gravidade da infração, independentemente da reincidência.

38. Considerando o texto do regulamento sobre aviação agrícola apresentado, qual das alternativas a seguir NÃO corresponde às competências do Ministério da Agricultura?

a) Estudar e propor diretrizes para a política nacional de aviação agrícola.

b) Registrar e manter o cadastro de empresas que explorem a aviação agrícola.

c) Homologar a relação de produtos químicos aplicáveis na aviação agrícola.

d) Regular o mercado de aviação comercial.

e) Fiscalizar as atividades da aviação agrícola, garantindo a observância das normas de proteção à vida e à saúde.

39. Qual das seguintes afirmações sobre a legislação de agrotóxicos no Brasil está correta?

a) A Portaria 298 de 22 de setembro de 2021 regulamenta exclusivamente o uso de agrotóxicos em áreas urbanas.

b) A Lei 7802 de 11 de julho de 1989 não aborda aspectos relacionados ao transporte e armazenamento de agrotóxicos.

c) A devolução de embalagens vazias de agrotóxicos é regulada exclusivamente pelo Decreto nº 5549/05.

d) O registro de prestadores de serviços na aplicação de agrotóxicos é facultativo de acordo com a legislação brasileira.

e) Os usuários de agrotóxicos devem adquirir apenas produtos registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e cadastrados nos estados.

40. Qual é a afirmação correta sobre a aplicação de agrotóxicos no Brasil?

a) O registro de prestadores de serviços na aplicação de agrotóxicos não é obrigatório segundo a legislação brasileira.

b) A devolução de embalagens vazias de agrotóxicos não é regulada pela legislação brasileira.

c) Os usuários de agrotóxicos não precisam seguir as recomendações do fabricante ou dos órgãos oficiais ao utilizar esses produtos.

d) A Lei 7802 de 11 de julho de 1989 é o principal ato normativo que dispõe sobre os agrotóxicos no Brasil.

e) O transporte das embalagens vazias de agrotóxicos não precisa seguir as recomendações do rótulo e da bula se for emitida licença por agrônomo registrado no INPE.

## Módulo 2

1. Quais são algumas das vantagens da pulverização agrícola aérea com drones?

a) A pulverização aérea aumenta a compactação do solo e protege o meio ambiente.

b) A pulverização aérea não reduz os riscos à saúde do operador agrícola.

c) A pulverização aérea não oferece proteção ao agente pulverizador.

d) A pulverização aérea permite uma aplicação mais rápida e eficiente de defensivos agrícolas.

e) A pulverização aérea é adequada para pequenas áreas e terrenos inacessíveis.

2. Qual é uma característica essencial dos drones de pulverização agrícola?

a) Limitação na aplicação de insumos agrícolas devido à falta de sensores e câmeras.

b) Dependência de pilotos a bordo para operação, tornando-os menos eficientes.

c) Utilização de drones de pulverização agrícola para monitoramento de áreas urbanas.

d) Incorporação de tecnologia de ponta e sistemas especializados para aplicação precisa de insumos agrícolas.

e) Ausência de sistemas de posicionamento global (GPS) para navegação precisa.

3. Qual componente não é mencionado como parte dos componentes básicos de um drone de pulverização agrícola, conforme descrito no texto?

a) Sistema de Pulverização

b) Sistema de Comunicação via satélite

c) Bateria e Sistema de Energia

d) GPS e Sistemas de Navegação

e) Sensores e Câmeras

4. Qual é a função do Hopper de 30 litros no drone Amarelin 30L?

a) Armazenar hélices de reposição para o drone.

b) Servir como um sistema de refrigeração para os motores do drone.

c) Armazenar insumos agrícolas na forma líquida para a pulverização.

d) Armazenar combustível.

e) Fornecer energia adicional para o sistema de propulsão do drone.

5. Qual das seguintes afirmativas sobre os softwares utilizados em drones está correta?

a) O sistema operacional do rádio controle é responsável por gerenciar as atualizações de firmware do drone.

b) O aplicativo de gerenciamento de voo e pulverização é utilizado principalmente para ajustar a estrutura física do drone.

c) O Agri Assistant APP é um software exclusivo para operações de entretenimento com drones.

d) O menu "Dispositivo" do Agri Assistant APP fornece informações sobre o clima local durante o voo do drone.

e) O Agri Assistant APP é utilizado para registrar operações diárias, planejar voos, e realizar calibrações necessárias à operação do drone Amarelin 30L.

6. Qual das seguintes afirmações descreve corretamente o modo operacional semi-autônomo de um drone de pulverização agrícola?

a) No modo semi-autônomo, o drone realiza todas as operações sem a intervenção do piloto, utilizando apenas sensores para navegação e pulverização.

b) O modo semi-autônomo é utilizado exclusivamente em situações que demandam intervenção humana direta e ajustes precisos durante a operação.

c) Durante o voo autônomo, o drone controla automaticamente todas as funções, incluindo levantar voo e pousar, proporcionando ao piloto remoto um controle manual apenas para a fase de mapeamento.

d) O modo semi-autônomo combina elementos de controle manual e automação, onde o piloto remoto assume a responsabilidade de levantar voo e pousar, mas o drone opera autonomamente na execução da missão de pulverização.

e) No modo 100% Manual, o drone realiza suas operações com base em um plano de voo predefinido, controlando automaticamente as funções de pulverização, ajustando a taxa de aplicação conforme a programação.

7. Qual é a função do aplicativo Agri Assistant APP mencionado no texto?

a) Realizar atualizações de firmware e software do drone.

b) Gerenciar missões diárias, planejar voos e realizar calibrações.

c) Controlar manualmente as funções do drone durante o voo.

d) Fornecer informações sobre os componentes físicos do drone.

8. Qual é a função do Hub e K++ no drone Amarelin?

a) Fornece energia para as hélices e o sistema de pulverização.

b) Realiza a distribuição de bateria e conexões elétricas do drone.

c) Gerencia o processamento e as operações do drone.

d) Transmite imagens de alta resolução para análises detalhadas.

e) Controla as funções de navegação e posicionamento do drone.

### Módulo 3

1. Qual é a importância do controle de pragas, doenças e plantas daninhas na pulverização agrícola?

a) Reduzir a aplicação de defensivos agrícolas para preservar o ambiente.

b) Aumentar a competição entre as plantas desejadas e as daninhas.

c) Minimizar os impactos negativos na qualidade das culturas.

d) Promover a dispersão de agentes patogênicos para melhorar a biodiversidade.

e) Diminuir a produtividade das safras para favorecer o controle de pragas.

2. Qual é o principal desafio enfrentado pelos agricultores em relação ao controle de pragas e doenças?

a) Aumento da eficácia dos defensivos agrícolas para eliminar as pragas de forma permanente.

b) Adaptação das pragas aos métodos de controle, tornando-se mais suscetíveis aos inseticidas.

c) Redução da pressão seletiva sobre os insetos, diminuindo a resistência aos pesticidas.

d) Uso indiscriminado de defensivos agrícolas, aumentando a eficácia no controle das pragas.

e) Diminuição da necessidade de novas soluções de controle devido à resistência dos insetos.

3. Qual dos seguintes fatores NÃO favorece o ataque de pragas nas lavouras?

a) Temperaturas elevadas e alta umidade.

b) Falta de diversificação de culturas e monocultivo.

c) Práticas de manejo integrado de pragas, incluindo controle biológico e cultural.

d) Resistência genética das plantas cultivadas.

e) Uso inadequado de agrotóxicos.

4. O que pode contribuir para o aumento da vulnerabilidade das plantações aos ataques de pragas?

a) Diversificação de culturas.

b) Uso equilibrado de agrotóxicos.

c) Condições climáticas desfavoráveis.

d) Falta de práticas de manejo integrado de pragas.

e) Resistência genética das plantas cultivadas.

5. Qual dos seguintes métodos de controle de pragas envolve o uso de organismos vivos, como predadores, parasitoides e patógenos?

a) Controle químico.

b) Controle físico.

c) Controle genético.

d) Controle biológico.

e) Controle cultural.

6. Qual dos seguintes elementos NÃO é um componente essencial do Manejo Integrado de Pragas (MIP)?

a) Monitoramento e Identificação.

b) Tomada de Decisão Baseada em Dados.

c) Controle químico exclusivo.

d) Integração de Práticas.

e) Aspectos econômicos e sociais.

7. Qual dos seguintes elementos é

considerado um dos pilares fundamentais do Manejo Integrado de Pragas (MIP), contribuindo para sua abordagem holística e sustentável?

a) Uso exclusivo de pesticidas.

b) Dependência total de agentes biológicos.

c) Monitoramento regular das pragas.

d) Utilização indiscriminada de métodos culturais.

e) Aplicação massiva de controle químico.

8. Como as pragas são classificadas com base na parte da planta que atacam?

a) Pragas diretas e indiretas.

b) Pragas primárias e secundárias.

c) Pragas endofíticas e exofíticas.

d) Pragas aéreas e subterrâneas.

e) Pragas de superfície e de profundidade.

9. Qual é a classificação das pragas de acordo com sua interação com as culturas agrícolas e sua capacidade de atingir o nível de controle?

a) Pragas endêmicas, pragas invasoras, pragas estacionárias, pragas migratórias e pragas esporádicas.

b) Pragas críticas, pragas fundamentais, pragas moderadas, pragas leves e pragas ocasionais.

c) Pragas estratégicas, pragas oportunas, pragas latentes, pragas explosivas e pragas sutis.

d) Pragas emergentes, pragas estabilizadas, pragas resistentes, pragas adaptadas e pragas desafiadoras.

10. Qual dos seguintes grupos de pragas agrícolas é composto por aracnídeos microscópicos que se alimentam de células vegetais, sendo difíceis de controlar devido à sua reprodução rápida em condições quentes e secas?

a) Besouros

b) Lesmas e Caracóis

c) Percevejos

d) Ácaros

e) Moscas

11. Qual dos grupos de pragas agrícolas é composto por insetos que se alimentam principalmente de sucos celulares das plantas, causando danos principalmente em flores, brotos e folhas novas, além de poderem transmitir vírus?

- a) Cupins
- b) Lepidópteros
- c) Orthoptera
- d) Tripes
- e) Formigas

12. Qual das seguintes pragas agrícolas é conhecida por ser um inseto social que se alimenta de celulose presente em madeira, raízes e outros materiais vegetais, podendo causar danos estruturais em plantações, construções e outros materiais de madeira?

- a) Cupins
- b) Tripes
- c) Lesmas e Caracóis
- d) Ácaros
- e) Orthoptera

13. Um agricultor está enfrentando problemas com diversas pragas que estão causando danos significativos em sua plantação. Ele identificou a presença de ácaros, percevejos, tripes e lesmas em suas culturas. Cada uma dessas pragas possui características específicas que influenciam suas estratégias de controle e os danos que causam. Com base nas características de cada praga, qual das seguintes opções descreve a estratégia de controle mais eficaz para mitigar os danos causados por ácaros, percevejos, tripes e lesmas, levando em consideração os aspectos de sustentabilidade e impacto ambiental?

- a) Aplicação de pesticidas de amplo espectro em toda a plantação para eliminar todas as pragas de uma vez por todas.
- b) Introdução de predadores naturais das pragas, como joaninhas e crisopídeos, para controlar a população de insetos e ácaros de forma biológica.

c) Implementação de práticas culturais, como rotação de culturas, plantio de variedades resistentes e manejo adequado do solo, para reduzir as condições favoráveis ao desenvolvimento das pragas.

d) Utilização de armadilhas e iscas para atrair e capturar lesmas durante a noite, minimizando sua população na plantação.

e) Aplicação de defensivos químicos de alta potência em intervalos regulares para eliminar as pragas e garantir uma plantação saudável.

14. Qual das seguintes medidas é essencial para o controle eficaz das doenças das plantas, conforme descrito no texto?

- a) Uso indiscriminado de pesticidas químicos para eliminar microrganismos.
- b) Aumento da frequência de irrigação para garantir um suprimento constante de água.
- c) Seleção aleatória de variedades de plantas sem considerar sua adaptação ao clima e ao solo.

d) Práticas de cultivo adequadas, como época de plantio favorável e adubação equilibrada.

e) Exclusão de variedades adaptadas ao clima e ao solo no processo de seleção de culturas.

15. Qual das seguintes afirmações é verdadeira sobre doenças em plantas?

- a) As doenças bacterianas e fúngicas afetam principalmente os caules e raízes das plantas.
- b) As doenças causadas por vírus são transmitidas apenas através do contato direto entre plantas doentes e saudáveis.

c) As doenças causadas por nematóides são geralmente identificadas pela presença de manchas nas folhas das plantas.

d) As doenças virais podem se manifestar de diversas formas, incluindo malformações, necrose, nanismo e descoloração.

e) As doenças fúngicas são mais comuns em climas secos e quentes.

16. Qual das seguintes doenças é causada por fungos?

- a) Talo oco
- b) Pinta-preta
- c) Cancro bacteriano
- d) Mosaico-do-fumo
- e) Topo-Amarelo

17. Qual das seguintes medidas é recomendada para evitar o aparecimento de doenças ou reduzir seu efeito, de acordo com o texto fornecido?

- a) Plantar sementes de qualidade duvidosa para garantir a diversidade genética.
- b) Escolher variedades que não estejam adaptadas ao clima local.
- c) Fazer irrigação excessiva para garantir um suprimento abundante de água às plantas.
- d) Controlar os insetos que são vetores de viroses e que provocam ferimentos nas plantas.
- e) Realizar as pulverizações apenas quando as doenças já estiverem bem estabelecidas.

18. Qual das seguintes ações é uma estratégia eficaz de manejo de plantas daninhas?

- a) Aumentar o uso intenso de herbicidas para combater as plantas invasoras.
- b) Reduzir a rotação de culturas para diminuir a infestação de plantas daninhas.
- c) Depend exclusivamente do controle mecânico para eliminar as plantas invasoras.
- d) Utilizar o Manejo Integrado, combinando várias estratégias como controle biológico, métodos culturais e uso criterioso de produtos químicos.
- e) Ignorar a resistência de plantas daninhas aos herbicidas para manter a produção agrícola.

19. Qual é um dos principais desafios enfrentados na agricultura moderna em relação ao controle de plantas daninhas?

- a) Redução do uso de herbicidas devido à sua eficácia limitada.
- b) Aumento da disponibilidade de mão de obra para o controle manual de plantas daninhas.
- c) Desenvolvimento de plantas geneticamente modificadas que resistem às plantas daninhas.
- d) Surgimento de resistência de plantas daninhas aos herbicidas devido ao uso excessivo.
- e) Utilização exclusiva de métodos mecânicos para o controle de plantas daninhas.

20. Qual é um dos fatores que torna o controle de plantas daninhas desafiador?

- a) Crescimento lento das plantas invasoras.
- b) Baixa capacidade de reprodução das plantas daninhas.
- c) Uso eficaz de herbicidas.
- d) Germinação desigual das sementes e reprodução por bulbos, tubérculos, rizomas e enraizamento.
- e) Predominância de plantas daninhas em áreas urbanas.

21. Qual das seguintes afirmações sobre agrotóxicos é verdadeira?

- a) Os agrotóxicos não são essenciais para a agricultura e devem ser evitados a todo custo.
- b) Não há necessidade de seguir as recomendações dos fabricantes e órgãos reguladores ao usar agrotóxicos.
- c) O descarte de agrotóxicos deve ser realizado próximo a água corrente para diluição.
- d) A conformidade com a legislação vigente sobre agrotóxicos é essencial para proteger a saúde pública e o meio ambiente.
- e) O uso irresponsável de agrotóxicos não apresenta riscos para a saúde humana, fauna e flora.

22. Qual órgão tem a responsabilidade de examinar e categorizar os agrotóxicos do ponto de vista toxicológico?

- a) Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA).
- b) Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).
- c) Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA).
- d) Secretaria de Estado da Saúde.
- e) Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

23. Qual programa foi estabelecido pela ANVISA para avaliar e garantir a qualidade dos alimentos em relação ao uso desses produtos químicos?

- a) Programa Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes em Produtos de Origem Vegetal (PNCRC/Vegetal).
- b) Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA).
- c) Programa Nacional de Monitoramento de Alimentos (PNMA).
- d) Programa de Avaliação de Segurança Alimentar (PASA).
- e) Programa de Controle de Qualidade de Alimentos (PCQA).

24. Qual é a preocupação principal relacionada aos agrotóxicos e seu impacto no meio ambiente, de acordo com o trecho fornecido?

- a) Aumento da biodiversidade nos ecossistemas afetados.
- b) Contaminação do solo, da água e do ar.
- c) Melhoria da qualidade dos recursos hídricos.
- d) Estímulo ao equilíbrio das cadeias alimentares.
- e) Redução da diversidade biológica nas áreas agrícolas.

25. Qual das seguintes afirmações é verdadeira?

- a) A aplicação aérea de agrotóxicos é permitida sem restrições quanto às

condições climáticas, desde que observadas as instruções da bula.

- b) A responsabilidade pela fiscalização das aeronaves utilizadas na pulverização de agrotóxicos é exclusiva do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

- c) Os registros das aplicações aéreas devem ser mantidos pelas empresas por um período mínimo de um ano, de acordo com as regulamentações da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC).

- d) O usuário ou prestador de serviço na aplicação de agrotóxicos não é responsabilizado caso a aplicação seja feita em desacordo com as instruções da bula.

- e) A deriva pode dispersar os agrotóxicos para áreas não desejadas.

26. Qual das seguintes medidas é essencial para garantir um armazenamento seguro de agrotóxicos?

- a) Armazenar os produtos em embalagens originais danificadas para facilitar a identificação dos agrotóxicos.

- b) Estocar os agrotóxicos em um local próximo a outras edificações, como residências e instalações para animais, para facilitar o acesso.

- c) Manter as portas do depósito de agrotóxicos abertas para melhorar a circulação de ar, mesmo em dias chuvosos.

- d) Consultar o Manual de Armazenamento da ANDEF e seguir a NBR 9843 da Associação Brasileira de Normas Técnicas para orientações adequadas.

- e) Armazenar os agrotóxicos em recipientes improvisados, como caixas de papelão, para economizar espaço no depósito.

27. Qual das seguintes práticas é essencial para garantir a segurança durante o transporte de agrotóxicos?

- a) Transportar os produtos em embalagens abertas para facilitar a ventilação durante o trajeto.

b) Cobrir as embalagens com uma lona permeável para permitir a circulação de ar durante o transporte.

c) Transportar produtos fitossanitários na cabine do veículo quando a carroceria estiver ocupada.

d) Acompanhar o transporte com a nota fiscal do produto e o envelope de transporte, fornecendo ao transportador informações detalhadas sobre o produto.

e) Permitir que o motorista transporte quantidades acima dos limites de isenção sem possuir habilitação especial.

28. Qual das seguintes opções é uma prática correta de acordo com as diretrizes para o manuseio de agrotóxicos?

a) Transportar produtos fitossanitários dentro da cabine do veículo para evitar danos durante o transporte.

b) Armazenar embalagens de agrotóxicos em locais com pouca ventilação para manter a umidade do ambiente.

c) Utilizar Equipamentos de Proteção Individual apenas durante a aplicação dos agrotóxicos, dispensando o uso durante o armazenamento e transporte.

d) Recusar produtos vencidos e embalagens danificadas durante a aquisição, garantindo a segurança no manuseio.

e) Armazenar produtos fitossanitários junto com alimentos e rações animais para otimizar o espaço no depósito.

29. Qual das seguintes definições está corretamente relacionada aos conceitos básicos de toxicologia?

a) Risco: Probabilidade de efeitos adversos à saúde humana, ao meio ambiente ou a outros elementos do sistema, determinada pela interação entre a toxicidade da substância, a dose e a forma como é utilizada.

b) Distribuição: Processo pelo qual o organismo modifica quimicamente uma substância estranha que entrou no corpo, tornando-a mais facilmente excretável.

c) Biotransformação: Eliminação de substâncias do corpo, que pode ocorrer através de várias vias, incluindo os rins, o fígado, os pulmões e a pele.

d) Absorção: Processo pelo qual uma substância é retida e armazenada no corpo ao longo do tempo, em vez de ser prontamente eliminada.

e) Efeito tóxico: Efeito benéfico causado ao organismo como resultado da exposição a uma substância, podendo variar em gravidade e afetar diferentes sistemas do corpo.

30. Qual dos seguintes itens melhor descreve o papel da toxicologia no contexto da pulverização agrícola?

a) Estudo das práticas de cultivo de plantas em ambientes tóxicos, visando à melhoria da produtividade e resistência das colheitas.

b) Avaliação dos métodos de aplicação de produtos químicos nas plantações, priorizando a eficiência na eliminação de pragas e doenças.

c) Investigação dos impactos ambientais causados pela dispersão de substâncias químicas, com ênfase na preservação de ecossistemas naturais.

d) Análise dos efeitos nocivos de substâncias químicas em organismos vivos, com foco na saúde humana, animal e ambiental.

e) Desenvolvimento de técnicas de pulverização agrícola utilizando produtos fitoterápicos e naturais para reduzir a dependência de pesticidas sintéticos.

31. Qual das seguintes obrigações é do trabalhador em relação ao uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs)?

a) Realizar avaliações periódicas dos riscos presentes no ambiente de trabalho.

b) Modificar os EPIs conforme considerar necessário para melhor conforto durante o trabalho.

c) Utilizar os EPIs apenas quando se sentir ameaçado por algum risco iminente.

d) Zelar pela conservação e manutenção adequada dos EPIs, seguindo as orientações do fabricante e do empregador.

e) Ignorar os treinamentos oferecidos pelo empregador sobre o uso correto dos EPIs.

32. Qual das seguintes afirmações é verdadeira sobre o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) de acordo com a NR-6?

a) Os EPIs não são necessários para proteger os trabalhadores contra os riscos ambientais no local de trabalho.

b) A NR-6 não fornece orientações específicas sobre o uso correto e a manutenção dos EPIs.

c) Os EPIs são projetados exclusivamente para proteger os trabalhadores contra intoxicações crônicas.

d) O uso adequado de EPIs pode prevenir acidentes e reduzir os impactos negativos à saúde dos trabalhadores.

e) Os EPIs são dispensáveis em ambientes de trabalho que não apresentam riscos químicos.

33. Qual dos seguintes Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) é adequado para proteger o rosto e os olhos dos trabalhadores contra respingos, partículas, poeira, faíscas e outros agentes que possam representar riscos à saúde durante atividades laborais?

a) Luvas de látex.

b) Jaleco e calça hidro-repelente.

c) Boné árabe.

d) Respiradores.

e) Viseira facial.

34. Qual é a principal diferença entre viseira facial e respiradores como Equipamentos de Proteção Individual (EPIs)?

a) As viseiras faciais são projetadas para proteger os olhos e o rosto contra respingos e partículas, enquanto os respiradores filtram o ar para proteger as vias respiratórias.

b) As viseiras faciais são usadas apenas em ambientes externos, enquanto os respiradores são usados exclusivamente em

ambientes internos.

c) As viseiras faciais são mais leves e confortáveis de usar do que os respiradores.

d) As viseiras faciais são usadas principalmente em ambientes com baixa exposição a produtos químicos, enquanto os respiradores são necessários em ambientes com alta concentração de substâncias nocivas.

e) As viseiras faciais são descartáveis, enquanto os respiradores são reutilizáveis após a esterilização adequada.

35. Qual é o principal objetivo da ecotoxicologia?

a) Estudar apenas os efeitos nocivos das substâncias químicas nos seres humanos.

b) Avaliar exclusivamente a qualidade da água em ecossistemas aquáticos.

c) Investigar como poluentes afetam a saúde dos ecossistemas e dos seres vivos, incluindo humanos.

d) Identificar apenas as origens industriais da contaminação ambiental.

e) Desempenhar um papel secundário na proteção da biodiversidade.

36. Qual é um dos fatores essenciais que influenciam a eficácia da tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas?

a) A altura da barra de pulverização utilizada durante o processo.

b) A cor dos equipamentos de pulverização escolhidos para a aplicação.

c) A distância entre os alvos da pulverização e o ambiente onde ela ocorre.

d) A seleção do tipo de luva utilizada pelos operadores durante a pulverização.

e) O tamanho da fonte de alimentação dos equipamentos de aplicação.

37. Qual é um dos aspectos cruciais para garantir uma aplicação eficaz e segura dos defensivos agrícolas?

a) A temperatura do solo durante o período de aplicação.

b) A disponibilidade de água potável na região onde ocorre a pulverização.

c) A distância entre a plantação e áreas residenciais próximas.

d) A intensidade da luz solar no momento da aplicação.

e) A calibração dos bicos de pulverização e a altura da barra de pulverização.

38. Qual é o objetivo principal dos defensivos agrícolas?

a) Promover o crescimento acelerado das culturas agrícolas.

b) Regular a temperatura do ambiente para o cultivo das plantas.

c) Proteger as culturas agrícolas contra pragas, doenças e plantas daninhas.

d) Alterar geneticamente as plantas para aumentar sua resistência.

e) Reduzir a quantidade de água necessária para a irrigação das plantações.

39. Qual é a finalidade dos adjuvantes nas formulações de defensivos agrícolas?

a) Ajudar na dissolução dos ingredientes ativos.

b) Melhorar a estabilidade química dos produtos.

c) Regular a temperatura durante a aplicação nas plantas.

d) Reduzir a quantidade de ingredientes ativos necessários.

e) Melhorar a adesão e penetração do produto nas plantas.

40. Qual é uma das consequências do uso inadequado de formulações de defensivos agrícolas?

a) Aumento da eficácia na aplicação.

b) Redução dos custos de armazenamento.

c) Formação de grumos e floculação.

d) Melhoria na estabilidade da emulsão.

e) Diminuição da necessidade de adjuvantes.

41. Qual dos seguintes métodos de aplicação de defensivos agrícolas é especialmente

eficiente para o controle de insetos, ácaros, fungos e nematóides que infestam grãos armazenados, estruturas de madeira, contêineres e instalações de processamento de alimentos?

a) Aplicação via líquida com pulverizador hidráulico.

b) Aplicação via líquida com atomizador pneumático.

c) Aplicação via gasosa (fumigação).

d) Aplicação via líquida com nebulizador térmico.

e) Aplicação via líquida com pulverizador centrífugo.

42. Quais dos seguintes fatores influenciam diretamente na distribuição e no tamanho das gotas pulverizadas durante as pulverizações agrícolas?

a) A cor dos defensivos agrícolas.

b) A altitude do local onde ocorre a pulverização.

c) O número de folhas das plantas.

d) O tipo e as características dos bicos de pulverização.

e) A frequência das chuvas na região.

43. Qual é uma das principais funções das pontas de bico de pulverização na agricultura?

a) Fornecer água para as plantas.

b) Regular a temperatura do ambiente.

c) Auxiliar na dispersão de sementes.

d) Distribuir de forma precisa o defensivo agrícola.

e) Regular a umidade do solo.

44. Qual é a finalidade das cores associadas aos tipos de pontas de bico de pulverização na agricultura?

a) Indicar a quantidade de água disponível para irrigação.

b) Identificar a qualidade do solo na área de plantio.

c) Facilitar a identificação e seleção dos bicos de forma rápida e visual.

d) Classificar a temperatura ideal para aplicação dos defensivos.

e) Determinar a quantidade de luz solar necessária para o crescimento das plantas.

45. Quais são os principais fatores considerados na escolha da ponta de pulverização?

a) A cor da ponta, a marca do equipamento e a umidade do solo.

b) A temperatura do ambiente, a altitude da região e o tipo de cultura.

c) A velocidade do vento, a pressão atmosférica e a quantidade de luz solar.

d) A forma do alvo, o tipo de produto, o tamanho da gota e as condições ambientais.

e) O pH da água utilizada, a quantidade de nutrientes no solo e a textura das folhas das plantas

46. Qual das seguintes informações é indicada pelo número em um bico de pulverização, conforme explicado no texto?

a) A marca e o material do bico.

b) O tipo de produto a ser aplicado.

c) O volume de calda necessário.

d) O ângulo de abertura e a vazão do bico.

e) A pressão de trabalho recomendada.

47. Qual das seguintes opções descreve um tipo de bico de pulverização com foco na deposição de gotas na periferia ou no centro do cone, dependendo do tipo?

a) Bico de jato leque de impacto.

b) Bico de jato cônico.

c) Bico de jato leque.

d) Bico de deposição contínua.

e) Bico de deposição descontínua.

48. Qual é a faixa de pressão de trabalho recomendada para os bicos de jato cônico?

a) Entre 0,5 e 2 bar.

b) Acima de 20 bar.

c) Entre 4 e 20 bar.

d) Abaixo de 0,7 bar.

e) Entre 15 e 30 bar.

49. Qual é a característica principal dos bicos de jato leque de impacto?

a) Produzem gotas pequenas.

b) Operam em pressões muito altas.

c) Formam um padrão de pulverização em forma de cone.

d) Funcionam quando o líquido colide com uma superfície inclinada.

e) São identificados pelas letras TJ seguidas de um número.

50. Qual é a recomendação em relação ao desgaste das pontas de pulverização?

a) Substituir as pontas somente quando o desgaste exceder 50% da vazão de uma ponta nova do mesmo tipo e tamanho.

b) Ignorar o desgaste das pontas, pois não influencia na eficácia da pulverização agrícola.

c) Substituir as pontas apenas quando o desgaste exceder 5% da vazão de uma ponta nova do mesmo tipo e tamanho.

d) Desgastes menores não afetam a aplicação, portanto, não é necessário substituir as pontas.

e) Substituir as pontas que excederem 10% da vazão de uma ponta nova do mesmo tipo e tamanho.

51. De acordo com as diretrizes de limpeza de pontas de pulverização, qual das seguintes práticas é recomendada?

a) Utilizar objetos metálicos para desentupir as pontas, já que são mais eficazes.

b) Não utilizar filtros de linhas e filtros de ponta para evitar obstruções desnecessárias.

c) Limpar as pontas com produtos químicos para remover qualquer resíduo acumulado.

d) Utilizar escovas de cerdas macias ou palitos de dente para limpar as pontas e evitar danos aos orifícios.

e) Realizar a limpeza das pontas apenas ao final da temporada de pulverização para economizar tempo.

52. Qual das seguintes afirmações sobre o volume de pulverização na agricultura é mais precisa?

- a) Volumes muito baixos aumentam a eficácia do tratamento, cobrindo uniformemente todas as partes da planta.
- b) Volumes muito altos reduzem o risco de contaminação ambiental devido à dispersão uniforme do defensivo agrícola.
- c) Volumes adequados de pulverização não têm impacto na cobertura das plantas com o defensivo agrícola.
- d) Volumes muito baixos podem deixar áreas não protegidas nas plantas, comprometendo a eficácia do tratamento.
- e) Volumes muito altos reduzem os custos de produção devido à economia de defensivos agrícolas.

53. Qual das seguintes afirmações é verdadeira sobre os dispositivos eletrônicos de controle de vazão na pulverização agrícola?

- a) Eles não conseguem ajustar a quantidade de líquido aplicada com base na velocidade e na largura da faixa de aplicação.
- b) Os dispositivos eletrônicos dependem exclusivamente da equação de calibração para ajustar a vazão.
- c) A taxa de aplicação é calculada com base na equação de calibração dos pulverizadores e não é afetada pela velocidade ou largura da faixa de aplicação.
- d) Os sensores de vazão e velocidade não fornecem dados precisos o suficiente para o funcionamento correto dos dispositivos eletrônicos.
- e) Eles monitoram e ajustam o volume de líquido pulverizado com base em dados dos sensores de vazão e velocidade, além de outras informações fornecidas pelo usuário.

54. Um agricultor está calibrando seu pulverizador para aplicar herbicida em uma plantação. Ele deseja alcançar uma taxa de aplicação de 200 L/ha. A largura da faixa de aplicação é de 15 metros. Se a velocidade de

aplicação é de 8 km/h, qual deve ser a vazão total da barra em L/min?

- a) 100 L/min
- b) 40 L/min
- c) 20 L/min
- d) 10 L/min
- e) 90 L/min

55. Um agricultor está calibrando seu pulverizador para aplicar inseticida em uma área específica de sua plantação. Ele deseja alcançar uma taxa de aplicação de 250 L/ha. A largura da faixa de aplicação é de 20 metros e a vazão total da barra é de 5 L/s. Qual deve ser a velocidade de aplicação em km/h?

- a) 26 km/h
- b) 25 km/h
- c) 30 km/h
- d) 36 km/h
- e) 56 km/h

56. Qual das alternativas é uma influência das correntes de vento durante a pulverização agrícola?

- a) Aumentar a eficácia da aplicação
- b) Reduzir a evaporação das gotas
- c) Deslocar as gotas pulverizadas para áreas não desejadas
- d) Diminuir a velocidade de aplicação
- e) Aumentar a umidade relativa do ar

57. Durante a pulverização agrícola, qual é o efeito das altas temperaturas e da baixa umidade relativa do ar?

- a) Reduzem a evaporação das gotas
- b) Aumentam a eficácia da aplicação
- c) Aceleram a evaporação das gotas
- d) Diminuem a velocidade do vento
- e) Aumentam a luminosidade do solo

58. Qual das seguintes condições meteorológicas é mais favorável para a pulverização agrícola?

- a) Altas temperaturas e baixa umidade relativa do ar
- b) Ventos fortes e variáveis

- c) Temperaturas abaixo de 15°C
  - d) Velocidade de vento entre 3,2 a 6,5 km/h
  - e) Velocidade de vento entre 9,5 e 15 km/h
59. Qual das seguintes condições meteorológicas é considerada mais crítica para a pulverização agrícola?
- a) Umidade relativa do ar acima de 70%
  - b) Temperatura ambiente de 30°C
  - c) Velocidade do vento de 8 km/h
  - d) Luminosidade intensa ao meio-dia
  - e) Ausência de orvalho nas folhas das plantas
60. Qual das seguintes condições climáticas pode aumentar a fitotoxicidade durante a pulverização agrícola?
- a) Chuva intensa
  - b) Baixa umidade relativa do ar
  - c) Orvalho nas folhas
  - d) Ventos moderados
  - e) Luminosidade excessiva
61. Qual condição climática pode comprometer a eficácia da pulverização agrícola devido à rápida evaporação das gotas pulverizadas?
- a) Baixa luminosidade
  - b) Umidade relativa do ar elevada
  - c) Altas temperaturas
  - d) Chuvas frequentes
  - e) Baixas temperaturas
62. Qual período do dia é considerado mais propício para a pulverização agrícola, considerando as condições climáticas ideais?
- a) Meio-dia, quando a temperatura está mais elevada.
  - b) Pela tarde, quando a umidade relativa do ar tende a diminuir.
  - c) Nas primeiras horas da manhã ou no final da tarde.
  - d) Durante a noite, quando os ventos costumam ser mais brandos.
  - e) Durante a manhã, quando há mais orvalho nas folhas

63. Qual conjunto de condições meteorológicas e ambientais geralmente favorece a aplicação agrícola com menor risco de perdas e maior eficácia?
- a) Temperaturas extremamente altas, alta umidade relativa do ar, ventos calmos e céu nublado.
  - b) Chuva leve, baixa umidade relativa do ar, ventos fortes e céu encoberto.
  - c) Temperaturas moderadas, umidade relativa do ar em torno de 50-55%, ventos moderados e céu claro.
  - d) Orvalho intenso, ventos variáveis, alta luminosidade e temperatura superior a 32°C.
  - e) Orvalho moderado, baixa umidade relativa do ar, ventos brandos e alta temperatura
64. Qual é a relação entre alvo biológico e cobertura do alvo na aplicação de defensivos agrícolas?
- a) Quanto mais amplo for o alvo biológico, menor é a precisão na definição do alvo e, conseqüentemente, maior é a eficiência da aplicação.
  - b) A precisão na definição do alvo não é essencial, uma vez que a aplicação inadequada não resulta em perdas significativas de produto.
  - c) Para produtos sistêmicos, a cobertura exigida é maior do que para produtos de contato devido ao movimento externo desses produtos nas plantas.
  - d) A cobertura do alvo é expressa em porcentagem ou em "gotas por centímetro quadrado" e é diretamente proporcional ao diâmetro da gota e à taxa de aplicação.
  - e) Quanto menor for o alvo biológico maior é a precisão na definição do alvo.
65. Qual é a importância da definição precisa do alvo biológico na aplicação de defensivos agrícolas?
- a) Uma definição vaga e flexível do alvo biológico é preferível, pois permite uma aplicação mais ampla e abrangente do produto.

b) A precisão na definição do alvo não é relevante, pois a aplicação do defensivo sempre resulta em perdas significativas de produto.

c) Quanto mais específica for a definição do alvo, maior será a eficácia da aplicação, garantindo um controle mais preciso da praga ou doença.

d) A definição do alvo biológico não afeta a eficácia da aplicação de defensivos agrícolas, pois a distribuição do produto é uniforme em qualquer circunstância.

e) A definição do alvo biológico afeta a eficiência da aplicação pois a distribuição do produto depende exclusivamente disso.

66. Qual é o número de gotas por centímetro quadrado (n) necessárias para uma aplicação de defensivo agrícola, considerando um diâmetro de gota (d) de 200 micrômetros e uma taxa de aplicação (Q) de 200 litros por hectare?

a) 2 gotas/cm<sup>2</sup>

b) 1 gotas/cm<sup>2</sup>

c) 10 gotas/cm<sup>2</sup>

d) 100 gotas/cm<sup>2</sup>

e) 101 gotas/cm<sup>2</sup>

67. Qual das seguintes afirmativas sobre a classificação de gotas de pulverização de acordo com a norma ASAE S-572.1 está correta?

a) Gotas finas são mais propensas a escorrimento e menos suscetíveis à deriva em comparação com gotas grossas.

b) Gotas grossas penetram melhor nas culturas e apresentam maior risco de evaporação.

c) Gotas muito finas têm maior probabilidade de deposição em superfícies verticais e estreitas, além de menor perda por evaporação.

d) Gotas médias são mais adequadas para áreas amplas e horizontais devido à sua capacidade de penetrar nas culturas.

e) Gotas muito grossas têm menor risco de

deriva, mas maior susceptibilidade à evaporação em comparação com gotas finas.

68. Qual das seguintes afirmativas é verdadeira sobre o Diâmetro Mediano Volumétrico (DMV) e o Diâmetro Mediano Numérico (DMN) utilizados na avaliação da eficácia da pulverização?

a) O DMV define o diâmetro das gotas como a média dos diâmetros de todas as gotas pulverizadas, enquanto o DMN indica a quantidade total de gotas geradas durante a pulverização.

b) O DMV e o DMN são medidas usadas para determinar a velocidade de queda das gotas de pulverização, não levando em consideração o volume ou a distribuição das gotas.

c) Uma relação ideal entre DMV/DMN é alcançada quando a pulverização é realizada em condições climáticas adversas, garantindo a uniformidade na distribuição das gotas.

d) O DMV e o DMN dividem as gotas em categorias de tamanho com base no diâmetro, ajudando a entender a distribuição do volume pulverizado.

e) O DMV e o DMN são indicadores usados apenas em laboratórios, sem aplicação prática no campo durante a avaliação da pulverização.

69. Qual das seguintes alternativas contribui para minimizar os efeitos da deriva durante a pulverização aérea?

a) Aumentar a velocidade da aeronave para dispersar as gotículas de pulverização de forma mais eficaz.

b) Voar em altitudes mais elevadas para reduzir o impacto da deriva causada pelos ventos.

c) Utilizar técnicas que aumentem a dispersão das gotículas além da área alvo.

d) Considerar cuidadosamente a relação entre a velocidade da aeronave, altura do voo e condições climáticas.

e) Ignorar a influência dos vórtices de ponta de asa, já que têm efeito mínimo na dispersão das gotículas.

70. Qual a alternativa correta a respeito de deriva?

- a) Apenas o tamanho da gota influencia na ocorrência da deriva.
- b) A exoderiva ocorre quando gotas grandes atingem o solo entre as linhas das culturas.
- c) A endoderiva é causada pelo vento e pela evaporação da água na calda de pulverização.
- d) A deriva é influenciada pela altura de pulverização, mas não pelas condições climáticas.
- e) Condições climáticas, como vento e umidade, podem influenciar diretamente na ocorrência de deriva.

71. Qual dos seguintes fatores não influencia diretamente na ocorrência de deriva durante o processo de pulverização?

- a) Tamanho da gota
- b) Altura de pulverização
- c) Velocidade do vento
- d) Viscosidade do líquido pulverizado
- e) Direção do vento

72. Qual dos seguintes fatores influencia diretamente o tamanho das gotas durante o processo de pulverização?

- a) Velocidade do vento
- b) Tipo de bico de pulverização
- c) Altura da cultura
- d) Cor do líquido pulverizado
- e) Comprimento da mangueira de pulverização

73. Durante a pulverização agrícola, diversos fatores influenciam a ocorrência da deriva, representando um desafio para os produtores. Considerando esses aspectos, qual das seguintes condições climáticas tem o menor impacto na deriva durante a pulverização aérea?

- a) Velocidade e direção do vento.
- b) Umidade relativa do ar. X
- c) Temperatura ambiente durante a aplicação.
- d) Estabilidade atmosférica.
- e) Velocidade da aeronave.

74. Qual dos seguintes fatores é considerado um dos principais métodos para minimizar a deriva durante a pulverização de defensivos agrícolas?

- a) Aumento da pressão atmosférica.
- b) Aumento da altura da barra de pulverização.
- c) Redução da distância entre o bico de pulverização e o alvo.
- d) Aumento da proporção de gotas menores que 100 µm.
- e) Utilização de assistência de ar artificialmente induzido.

75. Qual é uma etapa fundamental para garantir a eficácia da aplicação de defensivos agrícolas e minimizar os impactos ambientais e à saúde?

- a) Utilização de embalagens vazias de agrotóxicos como recipientes para armazenamento de água.
- b) Mistura de agrotóxicos com outros produtos químicos para aumentar a eficácia da pulverização.
- c) Descarte das embalagens vazias de agrotóxicos em rios e lagos próximos à área de aplicação.
- d) Utilização de equipamentos de pulverização com vazamentos para evitar o acúmulo de resíduos.
- e) Prática da tríplice lavagem das embalagens vazias de agrotóxicos com água limpa.

76. Qual é uma medida essencial no preparo de calda antes do processo de pulverização agrícola?

- a) Utilizar as mãos para misturar os ingredientes de forma homogênea.
- b) Realizar o preparo em um ambiente fechado para evitar a exposição ao sol.
- c) Adicionar o agrotóxico antes da água para evitar respingos durante o processo.
- d) Utilizar equipamentos e técnicas adequadas para garantir a eficácia e a segurança.
- e) Iniciar o preparo sem ler o receituário agrônomo para economizar tempo.

77. Durante o preparo da calda de agrotóxico, é essencial garantir a precisão e a segurança em cada etapa do processo. Considerando os cuidados necessários, qual dos seguintes aspectos NÃO é fundamental durante o preparo da calda?

- a) Utilizar exclusivamente recipientes designados para essa finalidade.
- b) Ler atentamente o receituário agrônomo para compreender os riscos associados ao produto.
- c) Agitar a mistura de forma contínua para evitar a decantação de componentes.
- d) Diluir o agrotóxico em água limpa, seguindo as proporções recomendadas.
- e) Deixar os utensílios secarem ao sol após o uso para evitar contaminação cruzada.

78. Um produto B tem concentração de 40% do ingrediente ativo X. Qual a quantidade de produto necessária para se ter uma concentração de 1% do ingrediente X em 100 litros de calda? Recomenda-se o uso de 100 mL de ingrediente ativo por hectare.

- a) 250 mLX
- b) 200 mL
- c) 100 mL
- d) 150 mL
- e) 300 mL

79. Digamos que temos dois volumes de um ingrediente ativo K. O primeiro volume tem concentração de 12% e o segundo volume tem concentração de 1%. Qual a proporção de mistura para se conseguir uma concentração de 3% do ingrediente ativo, aproximadamente?

- a) 1%
- b) 2%
- c) 3%
- d) 4%
- e) 5%

80. Deseja-se aplicar 0,3 L/ha de um determinado ingrediente ativo. O produto A tem concentração de 20% e custa R\$100,00 o litro. Qual o custo por hectare do produto A?

- a) R\$ 100,00
- b) R\$ 125,00
- c) R\$ 150,00
- d) R\$ 175,00
- e) R\$ 200,00

81. Um agricultor relata que não está tendo controle satisfatório na aplicação de um herbicida. Afirma estar aplicando conforme recomendação do fabricante do produto (x litros p.c./ha com 200 litros/ha de calda). A verificação de campo confirmou que o trator estava trabalhando a 6 km/h e o equipamento tinha 24 bicos espaçados a 50 cm e estavam com uma vazão de 0,9 litro por minuto. Assim, podemos afirmar que:

- a) O volume aplicado era o adequado.
- b) O volume aplicado era maior que o desejado.
- c) O volume aplicado era menor que o desejado.
- d) O produto utilizado era inadequado.
- e) Nenhuma das anteriores

82. Para um produtor que deseja fazer uma aplicação de 3 L/ha de herbicida pós-emergente sistêmico (permitindo, portanto, gotas grossas ou muito grossas), com pulverizador de 600 L, em soja nova, onde não está ocorrendo o efeito "guarda-chuva", com 100 L/há de calda, e o trator fazendo 50 metros em 28 segundos, qual seria uma boa opção de ponta e pressão de trabalho?

Pressão (bar)	ULD015F120	ULD02F120	ULD025F120	ULD03F120	ULD04F120	ULD05F120	ULD06F120
1,0	0,346	0,462	0,577	0,693	0,824	1,155	1,386
1,5	0,424	0,557	0,707	0,849	1,131	1,414	1,697
2,0	0,490	0,653	0,816	0,980	1,306	1,633	1,960
2,5	0,548	0,730	0,913	1,095	1,461	1,826	2,191
3,0	0,600	0,800	1,000	1,200	1,600	2,000	2,400
3,5	0,648	0,864	1,080	1,296	1,728	2,160	2,592
4,0	0,693	0,924	1,155	1,386	1,848	2,309	2,771
4,5	0,734	0,978	1,225	1,470	1,960	2,449	2,939
5,0	0,775	1,033	1,291	1,549	2,066	2,592	3,098
6,0	0,849	1,131	1,414	1,697	2,263	2,826	3,394
7,0	0,917	1,222	1,528	1,833	2,444	3,055	3,666
8,0	0,980	1,306	1,633	1,960	2,613	3,266	3,919

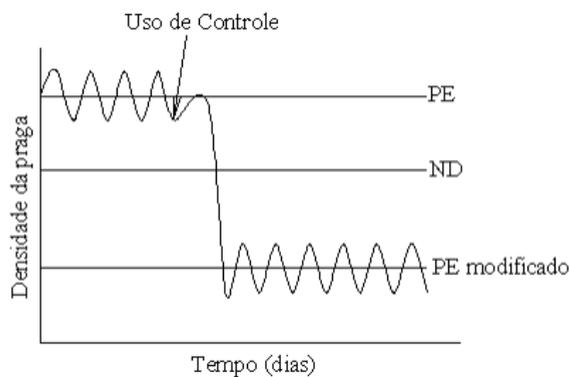
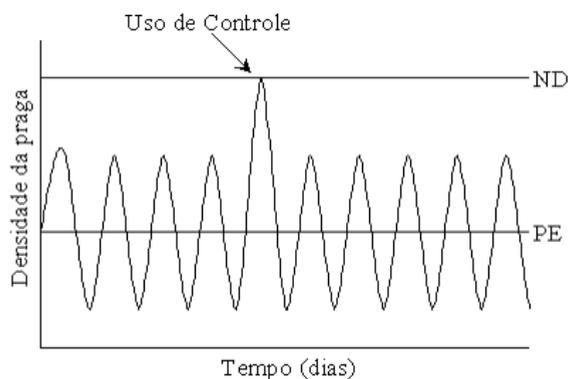
■ Fina ■ Média ■ Grossa ■ Muito Grossa □ Extremamente Grossa

- a) ULD015-F120 e 2,3 bar (gotas grossas)
- b) ULD02F120 e 6,0 bar (gotas médias)
- c) ULD02F120 e 3,5 bar (gotas grossas)
- d) ULD015-F120 e 3,5 bar (gotas grossas)
- e) ULD04F120 e 2,0 bar (gotas muito grossas)

83. Qual a taxa do pulverizador em L/ha, considerando-se que o trator trabalha na velocidade de 200 m/min, a largura da barra é cerca de 18,75 m e a vazão do pulverizador é de 24 L/min.

- a) 24 L/ha
- b) 34 L/ha
- c) 44 L/ha
- d) 54 L/ha
- e) 64 L/há

84. Quais os tipos de praga são caracterizadas pelos seguintes gráficos de controle, respectivamente:



- a) Pragas frequentes e pragas secundárias
- b) Pragas frequentes e pragas severas
- c) Pragas ocasionais e pragas severas
- d) Pragas secundárias e organismos não praga
- e) Pragas severas e pragas ocasionais

85. Por que a deriva é uma preocupação importante na aplicação de defensivos agrícolas?

- a) Porque aumenta a eficácia da aplicação, atingindo áreas além do alvo planejado.
- b) Porque não afeta negativamente culturas sensíveis ou propriedades vizinhas.
- c) Porque minimiza os custos de produção ao reduzir a quantidade de produto aplicado.
- d) Porque pode resultar em litígios por danos a culturas sensíveis, contaminação de alimentos e riscos para a saúde humana.
- e) Porque não há relação entre a deriva e a eficácia da aplicação dos defensivos agrícolas.

86. Quais são os dois tipos de deriva existentes?

- a) Deriva interna e deriva externa.
- b) Deriva superior e deriva inferior.
- c) Endoderiva e exoderiva.
- d) Deriva primária e deriva secundária.
- e) Deriva aérea e deriva terrestre.

87. Quais são os fatores que influenciam diretamente o tamanho das gotas durante a pulverização?

- a) A temperatura do solo e a direção do vento.
- b) A umidade relativa do ar e a estabilidade atmosférica.
- c) A pressão de pulverização e o ângulo do jato do bico.
- d) A altura de pulverização e a evaporação das gotas.
- e) A velocidade do pulverizador e a viscosidade do líquido.

88. Como a velocidade do vento afeta a deriva durante a pulverização?

- a) Aumentar a velocidade do vento reduz a turbulência ao redor da aeronave, diminuindo a dispersão das gotículas.
- b) Ventos fortes desviam apenas as gotas maiores, enquanto as gotas menores são menos afetadas.
- c) A direção do vento é irrelevante para a redução do dano pela deriva, especialmente em relação à vegetação sensível downwind.

d) Ventos mais fortes aumentam a distância de deslocamento das gotículas, especialmente as menores.

e) A velocidade do vento não tem influência na deriva durante a pulverização.

89. Como as condições climáticas afetam a deriva durante a pulverização agrícola?

a) A temperatura não influencia a deriva, pois sua principal função é afetar a evaporação das gotas.

b) A estabilidade atmosférica não tem impacto na deriva, pois afeta apenas a movimentação das partículas suspensas.

c) A umidade relativa não influencia a deriva, pois sua principal função é afetar a evaporação das gotas.

d) As condições atmosféricas mais quentes, como no início da manhã e no final da tarde, reduzem as perdas por evaporação, mas não afetam a deriva.

e) A evaporação das gotas é acelerada em condições quentes e secas, reduzindo seu tamanho e massa, o que prolonga sua permanência no ar e aumenta a distância de deslocamento.

90. Qual é a relação entre o vórtice de ponta de asa e o fenômeno da deriva durante a pulverização agrícola?

a) O vórtice de ponta de asa não tem relação com a deriva, pois é um fenômeno exclusivo da aerodinâmica das aeronaves.

b) O vórtice de ponta de asa aumenta a estabilidade da aeronave, reduzindo assim a possibilidade de deriva durante a pulverização.

c) O vórtice de ponta de asa cria correntes de ar que podem dispersar as gotículas de pulverização para áreas não desejadas, aumentando o risco de deriva.

d) O vórtice de ponta de asa atua como um redirecionador das gotículas de pulverização, garantindo uma distribuição mais uniforme e reduzindo a deriva.

e) O vórtice de ponta de asa diminui a velocidade do vento ao redor da aeronave, o que minimiza a dispersão das gotículas e previne a deriva.

91. Qual dos seguintes fatores contribui para minimizar a deriva durante a pulverização agrícola?

a) Aumento da altura da barra de pulverização para permitir uma melhor dispersão das gotículas.

b) Utilização de bicos de pulverização que produzem uma grande proporção de gotas menores que 100 µm.

c) Redução da distância entre o bico de pulverização e o alvo, permitindo que as gotas permaneçam menos tempo sujeitas às condições ambientais.

d) Utilização de assistência de ar posicionada a uma altura superior a 50 cm do solo para melhor dispersão das gotículas.

e) Revestimento das barras do pulverizador para diminuir a umidade relativa do ar próximo ao alvo.

92. Qual dos seguintes passos é fundamental durante o preparo da calda de agrotóxico para garantir sua eficácia e segurança?

a) Utilizar as mãos para misturar o agrotóxico na água, mesmo que esteja utilizando luvas de proteção.

b) Fazer o preparo da calda em um ambiente fechado para evitar a exposição ao sol, que pode alterar a composição dos produtos.

c) Adicionar o agrotóxico diretamente ao pulverizador sem diluí-lo em água, para uma aplicação mais concentrada.

d) Manter a peneira no equipamento durante o processo de transferência da mistura para o pulverizador, prevenindo possíveis obstruções.

e) Abrir o recipiente do agrotóxico sem considerar a possibilidade de respingos e inalação do produto.

93. Qual é o procedimento essencial para minimizar riscos durante o preparo da calda de agrotóxico?

a) Realizar o preparo em um ambiente fechado para evitar a evaporação dos produtos químicos.

b) Utilizar qualquer recipiente disponível, desde que seja de plástico, para medir a quantidade de água e agrotóxico.

c) Agitar vigorosamente a mistura apenas uma vez no final do processo de preparo.

d) Abrir o recipiente do agrotóxico cuidadosamente, sem considerar respingos, pois são inevitáveis.

e) Verificar a compatibilidade entre os produtos adicionados à calda e seguir a sequência correta de mistura dos componentes.

94. Qual é uma das utilidades dos adjuvantes agrícolas na aplicação de defensivos?

a) Aumento da tensão superficial das formulações, o que dificulta a penetração nas plantas.

b) Promoção da evaporação rápida dos defensivos após a aplicação.

c) Diminuição da uniformidade da aplicação sobre as superfícies vegetais.

d) Redução da segurança no manuseio dos produtos agrícolas.

e) Melhoria da molhabilidade das folhas, facilitando a aderência e a absorção dos defensivos.

95. Qual das seguintes afirmações sobre os adjuvantes agrícolas está correta com base no texto fornecido?

a) Os adjuvantes são classificados em três categorias principais: espalhantes, umectantes e dispersantes.

b) Os adjuvantes surfactantes atuam principalmente na inibição da absorção dos herbicidas pelas plantas.

c) Os adjuvantes aditivos, como o sulfato de amônio, têm a função de aumentar a tensão superficial das gotas de pulverização.

d) Os adjuvantes aderentes facilitam a evaporação da água nas folhas tratadas, promovendo a rápida absorção dos herbicidas.

e) Os adjuvantes surfactantes incluem agentes como espalhantes, umectantes, detergentes, dispersantes e aderentes

96. Qual das seguintes afirmações sobre o procedimento da tríplex lavagem está correta?

a) A tríplex lavagem é realizada apenas para embalagens metálicas, não sendo aplicável a embalagens plásticas.

b) A água utilizada na tríplex lavagem não precisa ser limpa, podendo conter resíduos do produto.

c) Após a tríplex lavagem, as embalagens devem ser reutilizadas para outros fins agrícolas, como armazenamento de água.

d) O procedimento da tríplex lavagem envolve adicionar água limpa à embalagem até 3/4 do seu volume total.

e) O descumprimento da legislação sobre a tríplex lavagem pode resultar em multas para os agricultores e violações das leis ambientais.

97. Qual das seguintes opções descreve corretamente o procedimento da tríplex lavagem para embalagens de produtos agrícolas?

a) A lavagem deve ser feita apenas uma vez, utilizando água e sabão para remover os resíduos da embalagem.

b) Após esvaziar completamente o conteúdo da embalagem, deve-se adicionar água limpa até metade do seu volume, agitar por 10 segundos e despejar no tanque do pulverizador.

c) A tríplex lavagem consiste em enxaguar a embalagem vazia três vezes, adicionando água limpa até 1/4 do volume, agitando por 30 segundos e despejando no tanque do pulverizador.

d) Depois de esvaziar a embalagem, deve-se preenchê-la com terra e enterrá-la profundamente no solo para evitar a contaminação ambiental.

e) O agricultor pode descartar as embalagens vazias em qualquer lixeira, desde que estejam bem fechadas para evitar vazamentos.

98. Qual das seguintes afirmações sobre descontaminação e limpeza de equipamentos agrícolas é verdadeira?

- a) A falta de limpeza adequada não representa riscos para os trabalhadores agrícolas nem para o meio ambiente.
- b) Os equipamentos de proteção individual (EPIs) não precisam ser higienizados após o uso.
- c) A limpeza entre operações não é necessária para garantir a eficiência da pulverização.
- d) Produtos à base de amônia são desencorajados devido aos seus efeitos corrosivos nos equipamentos.
- e) A descontaminação dos equipamentos contribui para a segurança alimentar e a preservação do meio ambiente.

99. Qual das seguintes opções descreve corretamente uma precaução necessária ao utilizar produtos à base de cloro na limpeza de equipamentos agrícolas?

- a) Combinar produtos à base de cloro com produtos amoniacaais para uma limpeza mais eficaz.
- b) Utilizar produtos à base de cloro em tanques que tenham tido agroquímicos à base de amônia para neutralizar os resíduos.
- c) Ignorar a possibilidade de formação de gás tóxico ao combinar produtos à base de cloro com produtos amoniacaais.
- d) Evitar o contato dos produtos à base de cloro com os resíduos de agroquímicos à base de amônia para prevenir a formação de gás tóxico.
- e) Não se preocupar com a combinação de produtos à base de cloro e amônia, pois isso não afeta a segurança dos operadores.

100. Qual das seguintes opções melhor descreve a importância da limpeza regular entre operações de pulverização agrícola?

- a) A limpeza entre operações é apenas uma sugestão, não afetando significativamente os resultados da pulverização.

b) A limpeza entre operações é essencial apenas para manter o equipamento visualmente limpo.

c) A limpeza entre operações não é necessária, pois os resíduos dos produtos anteriores não afetam a eficiência da pulverização.

d) A limpeza entre operações é vital para evitar a alteração da composição química dos produtos aplicados e a obstrução dos componentes do sistema de pulverização.

e) A limpeza entre operações pode ser realizada esporadicamente, sem impacto na eficiência da pulverização.

101. Qual dos seguintes procedimentos é recomendado para lidar com o produto remanescente no tanque de pulverização e a preparação para futuras aplicações?

a) Esvaziar o tanque apenas parcialmente, mantendo parte da calda para a próxima aplicação.

b) Pulverizar a sobra de calda em qualquer área da lavoura, independentemente de onde foi pulverizada inicialmente.

c) Não é necessário esvaziar completamente o tanque, pois os resíduos remanescentes não afetam a eficácia da próxima aplicação.

d) Esvaziar completamente o tanque, preferencialmente sobre a mesma lavoura pulverizada, e pulverizar água limpa se outra aplicação com o mesmo produto for realizada no dia seguinte.

e) Deixar o produto remanescente no tanque até a próxima aplicação, pois isso não interfere na eficiência do equipamento.

102. Qual dos seguintes procedimentos descreve corretamente a técnica de limpeza interna do pulverizador com o uso do produto chamado limpa tanque, de acordo com as diretrizes apresentadas?

a) Preencher o tanque com água e limpa tanque e agitar vigorosamente por 5 minutos antes de pulverizar a solução.

b) Esvaziar completamente o tanque e adicionar o limpa tanque diretamente, sem

diluição em água, agitando por 15 minutos antes de enxaguar com água limpa.

c) Encher o tanque com água limpa até a capacidade total, adicionar o limpa tanque e operar o equipamento por 30 minutos para distribuir a solução nas linhas e pontas.

d) Primeiro, encher metade do tanque com água limpa, agitar por 5 minutos, depois adicionar o limpa tanque, agitar por 15 minutos, deixar em repouso, agitar novamente e, por fim, enxaguar completamente o tanque com água limpa.

e) Pulverizar água limpa no tanque sem a adição do limpa tanque, agitando por 10 minutos antes de enxaguar com água limpa por mais 10 minutos.

103. Qual das seguintes opções descreve corretamente a técnica de limpeza externa do pulverizador?

a) Os filtros e pontas são lavados apenas com água pressurizada, sem a necessidade de colocá-los em um balde com água e limpa tanque.

b) A lavagem com água pressurizada é opcional e geralmente não é realizada na limpeza externa do pulverizador.

c) O equipamento inteiro é imerso em uma solução de limpa tanque por algumas horas para garantir a remoção completa dos resíduos.

d) A limpeza externa não é necessária, desde que a lavagem interna seja realizada de maneira eficaz.

e) Após a lavagem interna, os filtros e pontas são colocados em um balde com água e limpa tanque, depois lavados com água limpa e escovas de cerdas macias, enquanto o restante do equipamento é limpo com água pressurizada, podendo requerer agentes de limpeza.

## Módulo 4

1. Qual é um dos principais objetivos da calibração de drones para aplicação agrícola?

a) Garantir a uniformidade na cor dos produtos fitossanitários.

b) Minimizar a quantidade de água utilizada durante a pulverização.

c) Aumentar a velocidade de deslocamento do drone durante a aplicação.

d) Reduzir os riscos de contaminação ambiental e garantir a eficácia da pulverização.

e) Melhorar a resistência dos equipamentos de medição.

2. Qual é um dos principais benefícios da calibração dos drones para aplicação agrícola?

a) Reduzir a quantidade de agroquímicos necessários para a pulverização.

b) Aumentar a velocidade de voo do drone durante a aplicação.

c) Diminuir a altura de voo para uma pulverização mais precisa.

d) Minimizar os danos causados às plantas durante a pulverização.

e) Garantir a uniformidade na distribuição dos produtos fitossanitários.

3. Qual é um dos passos essenciais da calibração dos drones para aplicação agrícola?

a) Verificar a taxa de pH dos produtos fitossanitários.

b) Medir a umidade relativa do ar durante o voo do drone.

c) Calibrar a taxa de subida do drone durante a pulverização.

d) Avaliar a densidade das plantas na área de cultivo.

e) Verificar a precisão e consistência dos radares de obstáculo e de solo.

4. Qual das seguintes alternativas está incorreta? a) Na calibração da taxa de fluxo dos bicos de pulverização mede-se a quantidade de líquido que os bicos de pulverização liberam em um determinado período de tempo.

b) Na calibração da velocidade de deslocamento verifica-se a velocidade do drone durante a pulverização é medida para garantir que esteja dentro dos parâmetros adequados.

c) Na calibração da bússola magnética deve-se posicionar o drone sempre orientado para o norte magnético da Terra a partir de informações extraídas de dispositivo de GPS.

d) Na calibração de radares os sensores são ajustados para garantir que detectem corretamente os obstáculos e emitam avisos ou acionem os sistemas de desvio de rota.

e) Na calibração de controle de voo são verificados os comandos para garantir que respondam adequadamente aos comandos do piloto.

5. Qual é o objetivo principal da calibração da taxa de fluxo dos bicos de pulverização?

a) Ajustar a altura de voo do drone durante a pulverização.

b) Medir a quantidade de líquido que os bicos de pulverização liberam em um período de tempo específico.

c) Verificar a precisão dos controles de voo do drone.

d) Limpar os filtros e pontas do equipamento de pulverização.

e) Regular a pressão da bomba de pulverização.

6. Qual é o propósito da calibração do controle de voo do drone durante a pulverização agrícola?

a) Medir a quantidade de líquido pulverizado em um período de tempo específico.

b) Verificar a altura de voo do drone para garantir uma distribuição uniforme dos produtos fitossanitários.

c) Avaliar a velocidade do drone durante a pulverização para evitar colisões com obstáculos.

d) Ajustar a pressão da bomba de pulverização para garantir uma aplicação uniforme.

e) Verificar se os controles de voo respondem corretamente aos comandos do piloto e ajustá-los, se necessário, para garantir uma operação suave e precisa durante a pulverização.

7. Qual é a importância da calibração da bússola magnética em drones de pulverização agrícola?

a) Medir a quantidade de líquido liberado pelos bicos de pulverização em uma direção específica.

b) Ajustar a altura de voo do drone para a distância ideal da cultura.

c) Verificar se os controles de voo respondem corretamente aos comandos do piloto e ajustá-los, se necessário, para garantir uma operação suave e precisa durante a pulverização.

d) Garantir que sejam fornecidas informações precisas sobre a direção do voo, realizando testes simples no software de controle e calibração conforme as instruções do fabricante.

e) Garantir que o controle manual do drone seja retomado em caso de emergências.

8. Qual é o objetivo da calibração dos radares em drones de pulverização agrícola?

a) Medir a distância que o líquido é liberado pelos bicos de pulverização em um período de tempo determinado.

b) Ajustar a altura de voo do drone para a distância ideal da cultura.

c) Verificar se os controles de voo respondem corretamente aos comandos do piloto e ajustá-los, se necessário, para garantir uma operação suave e precisa durante a pulverização.

d) Garantir a segurança durante o voo,

contornando obstáculos e informando sobre a altura de operação.

e) Verificar a distância do drone em relação à cultura para maior eficiência na aplicação de defensivos.

9. Como é realizada a verificação de radares durante o processo de calibração do drone?

a) Os sensores são ajustados para garantir que detectem corretamente os obstáculos e emitam avisos ou acionem os sistemas de desvio de rota.

b) Os sensores são retirados do drone e submetidos a testes dentro de ambiente controlado.

c) Deve-se conectar o drone ao sistema GPS e solicitar informações precisas de áreas de risco próximo à cultura.

d) Deve-se submeter o drone à áreas de risco para verificar a acurácia da leitura dos sensores.

e) Deve-se verificar se os radares emitem avisos a medida que a leitura de carga da bateria é verificada.

10. Qual é o procedimento realizado durante a verificação da distribuição dos produtos fitossanitários em drones de pulverização agrícola?

a) Verificação da altura de voo para garantir uma distância ideal da cultura.

b) Ajuste da taxa de fluxo dos bicos de pulverização para garantir a quantidade correta de líquido liberado.

c) Verificação da velocidade do drone durante a pulverização para garantir que seja liberada a quantidade ideal de produto.

d) Verificação da distribuição dos produtos ao longo da largura de trabalho do drone.

e) Verificação da precisão e consistência dos radares de obstáculo e de solo.

11. Qual dos itens abaixo NÃO faz parte do checklist de pré-missão para operações com drones de pulverização agrícola?

a) Verificação minuciosa dos componentes físicos do drone.

b) Verificação operacional detalhada, incluindo avaliação das baterias e testes de comandos do controle.

c) Verificação da base de apoio, garantindo a adequação dos componentes essenciais para suportar as operações.

d) Checagem da conformidade com a legislação em relação à aplicação aérea de agrotóxicos e afins.

e) Verificação dos itens pessoais de segurança do operador, incluindo Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e suprimentos para emergências.

12. Qual é a finalidade principal da verificação dos componentes físicos do drone durante o checklist de pré-missão?

a) Garantir a limpeza e organização dos itens da base de apoio para suportar as operações com drones.

b) Assegurar que as baterias do drone estejam completamente carregadas para o desempenho eficiente da missão.

c) Verificar a presença e adequação dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) para a proteção do operador.

d) Certificar-se de que o drone está pronto para operação, incluindo a fixação das hélices, parafusos estruturais e integridade dos sensores.

e) Avaliar a disponibilidade de documentos pessoais e do carro do operador para a identificação e conformidade com requisitos legais.

13. Durante a verificação dos componentes físicos do drone no checklist de pré-missão, qual dos seguintes itens não é considerado essencial para garantir o desempenho seguro e eficiente durante as operações?

a) Verificar a fixação e condição das hélices.

b) Assegurar que todos os parafusos estruturais estejam firmemente fixados.

c) Garantir a integridade dos sensores.

d) Manter o drone limpo e descontaminado, com as antenas firmemente fixas.

e) Verificar a carga das baterias do controle remoto e do aplicativo.

14. Durante a checagem da base de apoio conforme o checklist pré-missão, qual dos seguintes itens não é inspecionado para garantir condições ideais de suporte às operações com drones de pulverização?

- a) Limpeza e funcionamento adequado do misturador.
- b) Presença de óleo no motor da bomba, sem vazamentos.
- c) Organização dos cabos no gerador.
- d) Disponibilidade de repelente para proteção contra insetos.
- e) Condições gerais da lona para cobertura.

15. Durante a verificação dos itens pessoais de segurança antes de uma operação com drones, qual dos seguintes elementos é inspecionado para garantir o bem-estar e a proteção do operador?

- a) Presença de repelente para proteção contra insetos.
- b) Estado das hélices do drone.
- c) Limpeza do misturador de calda.
- d) Funcionamento do controle remoto do drone.
- e) Presença de água e alimentos no local.

16. Durante a preparação para uma operação com drones, a verificação dos itens necessários na base de apoio é crucial. Qual dos seguintes itens é verificado para garantir a disponibilidade de suprimentos em caso de imprevistos?

- a) Conjunto RTK.
- b) Galão de combustível para o gerador.
- c) Balança de precisão.
- d) Extensão elétrica.
- e) Guarda-sol.

17. Qual das seguintes ações é exigida pela Portaria do MAPA nº 298 de 22 de setembro de 2021 para garantir a segurança de terceiros durante operações com drones de aplicação agrícola?

a) Utilização de EPIs fornecidos pelo empregador.

b) Manter os equipamentos de higiene e cuidado pessoal disponíveis.

c) Fixar uma placa de sinalização com a expressão "CUIDADO! OPERAÇÃO COM DRONE" nas proximidades do local da operação.

d) Utilizar faixas para limitar o perímetro das atividades.

e) Verificar a integridade dos sensores do drone.

18. De acordo com a Portaria do MAPA nº 298 de 22 de setembro de 2021, quais são as medidas obrigatórias para garantir a segurança durante as operações com drones de aplicação agrícola?

- a) Utilização de drones apenas em dias de céu limpo.
- b) As condições meteorológicas e ambientais deverão ser devidamente avaliadas durante as operações, de modo a se garantir a eficácia e a segurança da aplicação.
- c) Disponibilização de equipamentos de mergulho para os operadores em caso de emergência.
- d) Necessidade de realizar voos de teste sobre áreas habitadas para verificar a eficiência do drone.
- e) Obrigação de manter uma reserva de álcool para higienização dos equipamentos.

19. Qual item abaixo NÃO está relacionado ao checklist de segurança pré-voo descrito?

- a) Chegada na área de operação
- b) Verificações visuais
- c) Inspeção dos documentos de voo do piloto
- d) Calibrações importantes
- e) Procedimentos de abastecimento e decolagem

20. Qual é uma das medidas destacadas para garantir a segurança durante a manipulação de defensivos agrícolas?

- a) Utilização de drones para reabastecimento seguro.
- b) Realização de inspeções aéreas periódicas.
- c) Manutenção dos equipamentos em áreas não específicas.
- d) Armazenamento dos defensivos em locais abertos.
- e) Uso adequado de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs).

21. Qual é a ênfase principal, com relação à segurança, no processo de aplicação de defensivos agrícolas?

- a) Escolha e aplicação dos produtos mais caros para garantir eficácia.
- b) Prevenção de danos ambientais e riscos à saúde e riscos à integridade do equipamento.
- c) Utilização de métodos de aplicação de alta tecnologia.
- d) Aumento da velocidade de aplicação para aumentar a eficiência.
- e) Uso indiscriminado de defensivos para garantir a proteção da plantação.

22. Qual é a importância da verificação prévia das bulas dos defensivos na aplicação agrícola?

- a) Aumentar o tempo de aplicação e otimizar a operação.
- b) Facilitar a aplicação dos defensivos.
- c) Reduzir o custo dos defensivos agrícolas.
- d) Garantir o conhecimento detalhado das especificações e orientações dos produtos.
- e) Instruir sobre a segurança operacional.

23. Qual medida é implementada para garantir a segurança operacional durante o ajuste de voo em condições adversas?

- a) Aumento da altitude, velocidade e largura de linhas no campo de pulverização.
- b) Redução da altitude, velocidade e largura de linhas no campo de pulverização.

c) Manutenção da altitude, velocidade e largura de linhas no campo de pulverização.

d) Ignorar as condições adversas e manter a trajetória original.

e) Realizar manobras arriscadas para superar as adversidades.

24. Quais medidas são estabelecidas para garantir a segurança em casos de intoxicação durante a missão?

a) Continuar a missão e monitorar os sintomas.

b) Intensificar a aplicação do defensivo para compensar a possível intoxicação.

c) Interromper imediatamente a missão e consultar a bula do defensivo agrícola em questão.

d) Chamar a equipe de segurança após concluir a missão.

e) Procurar ajuda médica somente se os sintomas persistirem após a missão.

25. Qual é a abordagem recomendada em relação a obstáculos durante a missão?

a) Ignorar os obstáculos e continuar a missão normalmente.

b) Voar o mais próximo possível dos obstáculos para melhor visibilidade.

c) Manter uma distância segura do drone para evitar colisões.

d) Realizar manobras para evitar obstáculos apenas em casos emergenciais.

e) Reduzir a velocidade do drone apenas ao se aproximar dos obstáculos.

26. Qual das seguintes afirmações sobre as boas práticas operacionais na pulverização agrícola com drones é incorreta?

a) As condições climáticas ideais para a aplicação aérea incluem temperatura entre 20°C e 30°C e umidade relativa do ar entre 70% e 90%.

b) A largura de aplicação pode variar de 7 a 10 metros, dependendo das condições do terreno, densidade da vegetação, velocidade do vento, altitude de aplicação e velocidade do voo.

c) Recomenda-se uma faixa de aplicação de 7 metros com velocidade de 5 metros por segundo em situações desfavoráveis, com altitude máxima de 25 metros.

d) É essencial realizar uma tríplice lavagem após a aplicação para evitar resíduos do produto na tubulação do drone durante o armazenamento.

e) A limpeza adequada do drone deve ser realizada utilizando apenas ar comprimido para remover poeira e detritos.

27. Qual das seguintes afirmações sobre as boas práticas operacionais na pulverização agrícola com drones está correta?

a) As condições climáticas ideais para a aplicação aérea incluem uma temperatura mínima de 5°C e uma umidade relativa do ar acima de 95%.

b) A largura de aplicação pode variar de 5 a 15 metros, independentemente das condições do terreno e da vegetação.

c) Recomenda-se uma faixa de aplicação de 10 metros com velocidade de 10 metros por segundo em situações desfavoráveis, com altitude máxima de 50 metros.

d) É recomendado usar Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) apenas durante a preparação da mistura de defensivos agrícolas.

e) A tríplice lavagem após a aplicação é essencial para garantir que não haja resíduos do produto na tubulação do drone durante o armazenamento.

28. Qual dos seguintes parâmetros é recomendado para a aplicação segura e eficaz de defensivos agrícolas com drones em relação à umidade relativa do ar?

a) Mínima de 40%, ideal entre 50% e 70%, e máxima de 80%.

b) Mínima de 50%, ideal entre 60% e 80%, e máxima de 90%.

c) Mínima de 60%, ideal entre 70% e 90%, e máxima de 95%.

d) Mínima de 70%, ideal entre 80% e 95%, e máxima de 100%.

e) Mínima de 80%, ideal entre 90% e 100%, e máxima de 100%.

29. Qual a largura de aplicação recomendada para a pulverização agrícola com drones em condições desfavoráveis?

a) 5 metros com velocidade de 10 metros por segundo.

b) 7 metros com velocidade de 5 metros por segundo.

c) 10 metros com velocidade de 7 metros por segundo.

d) 8 metros com velocidade de 8 metros por segundo.

e) 6 metros com velocidade de 6 metros por segundo.

30. Qual das seguintes práticas NÃO é recomendada durante a aplicação aérea de defensivos agrícolas com drones, de acordo com as boas práticas operacionais?

a) Utilizar Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) durante o manuseio da calda de pulverização.

b) Realizar a tríplice lavagem dos equipamentos após a aplicação para remover resíduos do produto.

c) Os equipamentos de suporte, como gerador e motobomba devem ter manutenção corretiva.

d) Transportar o drone de forma descuidada para evitar danos aos componentes.

e) Realizar inspeção visual minuciosa dos componentes físicos do drone antes de cada voo.

31. Qual das seguintes afirmativas é verdadeira em relação à prevenção de intercorrências durante a operação de drones?

a) A interrupção imediata da missão não é necessária em casos de intercorrências.

b) Verificações regulares nos equipamentos não são relevantes para evitar intercorrências.

c) As intercorrências podem ser totalmente eliminadas com o uso de tecnologia avançada.

d) A compreensão das potenciais causas das intercorrências não é importante para a segurança.

e) O treinamento sobre práticas seguras e procedimentos de emergência é essencial para lidar com intercorrências.

32. Qual das seguintes medidas é recomendada para lidar com falhas no link de vídeo durante o voo de um drone?

a) Manter o drone à vista do piloto apenas em ambientes sem sombras.

b) Voar com o drone a uma distância máxima de 500 metros para garantir uma conexão estável.

c) Aumentar a velocidade da missão para reduzir o tempo de resposta em caso de perda de sinal.

d) Desligar imediatamente o drone se o sinal de vídeo travar.

e) Configurar corretamente a função de retorno automático em casos de perda de sinal e manter o drone dentro de uma distância segura, especialmente em ambientes com sombras e interferências.

3. Durante a operação de um drone, é crucial lidar com possíveis problemas de conexão que podem surgir. Com base nas informações fornecidas, qual das seguintes ações é a mais apropriada para resolver falhas no link RTK durante o voo?

a) Desconectar imediatamente a bateria do drone e reiniciar a estação base RTK.

b) Ativar o retorno à base (return to home) e aguardar até que a conexão seja restabelecida.

c) Aumentar a altitude do drone para tentar recuperar a conexão.

d) Desviar manualmente de obstáculos e tentar retomar a conexão enquanto o drone paira no ar.

e) Ignorar o problema e continuar a missão, confiando nos sistemas de segurança do drone.

34. Qual das seguintes ações é aconselhável em caso de falha de conexão com GPS durante o voo de um drone?

a) Aumentar a altitude rapidamente para recuperar o sinal de GPS.

b) Ativar o retorno à base (return to home) e aguardar até que a conexão seja restabelecida.

c) Desligar o drone imediatamente e reiniciar o controle remoto para tentar restabelecer a conexão.

d) Continuar a operação normalmente, uma vez que o drone é capaz de voar sem o sinal de GPS.

e) Reduzir a altitude para tentar obter um sinal de GPS mais forte.

35. Durante uma missão de pulverização agrícola com drones, o piloto enfrenta uma falha no aplicativo de gerenciamento de missão. O que o piloto deve fazer em caso de tal falha?

a) Continuar a missão normalmente e aguardar a restauração do aplicativo.

b) Tentar reiniciar o drone imediatamente, mesmo que isso interrompa a operação.

c) Desviar manualmente de obstáculos enquanto tenta reiniciar o aplicativo para restabelecer a conexão.

d) Ignorar a falha e continuar a missão, confiando apenas nos comandos do controle remoto.

e) Ativar o retorno à base (return to home) e cancelar a missão até que o aplicativo seja reiniciado e a conexão seja restabelecida.

36. Qual das seguintes ações é recomendada se uma mangueira se soltar ligeiramente durante a pulverização com o drone?

a) Continuar a pulverização normalmente e verificar as mangueiras após a conclusão da missão.

b) Desligar imediatamente o drone e realizar a manutenção apenas após o término da missão.

c) Ignorar o problema, pois uma mangueira

solta não afeta significativamente a pulverização.

d) Ajustar as configurações de voo para compensar a perda de pressão da mangueira.

e) Pousar o drone, verificar o estado das mangueiras e limpar o sistema, acionar a bomba e, se não houver resposta, entrar em contato com o suporte técnico.

37. Qual a recomendação ao operar o drone em relação ao nível da bateria?

a) Iniciar o voo com a bateria carregada a 50% para prolongar a vida útil da bateria.

b) Operar o drone em distâncias superiores às recomendadas para testar a capacidade da bateria.

c) Permitir que a carga da bateria atinja 10% antes de iniciar o procedimento de retorno.

d) Pousar imediatamente o drone ao receber o alerta de bateria fraca, mesmo que esteja a uma distância segura.

e) Ignorar o alerta de baixa bateria e continuar o voo até que a energia se esgote completamente.

38. Qual é a medida recomendada ao identificar componentes mecânicos soltos durante o voo do drone?

a) Ignorar o problema e continuar o voo, pois isso não afeta significativamente o desempenho do drone.

b) Aumentar a velocidade do drone para reduzir a vibração dos componentes soltos.

c) Realizar uma aterrissagem de emergência em qualquer local disponível e realizar a devida fixação dos componentes.

d) Continuar o voo normalmente e resolver o problema após o término da missão.

e) Traga imediatamente o drone de volta ao ponto de origem e faça a devida fixação dos componentes.

## Módulo 5

1. Qual é a ação recomendada ao identificar um erro de mapeamento durante uma missão com drone?

a) Continuar a missão e corrigir o erro posteriormente, pois interromper o voo pode prejudicar o cronograma.

b) Diminuir a velocidade do drone para reduzir a probabilidade de erros adicionais.

c) Ignorar o erro e continuar o voo, pois o mapeamento incorreto não afeta a segurança do voo.

d) Retornar à base imediatamente, interromper o voo do drone e corrigir o mapa.

e) Tentar corrigir o erro de mapeamento durante o voo, ajustando manualmente a posição do drone.

2. Qual é o papel do mapeamento durante missões agrícolas com drones?

a) Criar representações visuais da área de trabalho.

b) Identificar terrenos e obstáculos de forma imprecisa.

c) Proporcionar uma visão abrangente e precisa da área de trabalho.

d) Delinear rotas aleatórias para o voo agrícola.

e) Minimizar os resultados alcançados durante o voo agrícola.

3. Qual é a relação entre o planejamento da missão e o mapeamento durante operações com drones?

a) O planejamento da missão é independente do mapeamento, não havendo interação entre eles.

b) O planejamento da missão se sobrepõe ao mapeamento, tornando-o desnecessário.

c) O mapeamento fornece informações detalhadas sobre a área de trabalho, mas não influencia o planejamento da missão.

d) O mapeamento é o alicerce do planejamento da missão, fornecendo dados cruciais para determinar trajetórias seguras e eficazes.

e) O planejamento da missão é apenas uma etapa posterior ao mapeamento, não havendo relação direta entre eles.

4. Qual é o papel da inteligência do software em drones durante as missões?

a) A inteligência do software não influencia as capacidades operacionais do drone.

b) A inteligência do software permite que o drone realize apenas tarefas básicas, sem autonomia.

c) A inteligência do software capacita o drone a tomar decisões autônomas em resposta a obstáculos identificados durante as missões.

d) A inteligência do software é apenas um complemento opcional nos drones, sem impacto significativo em sua operação.

e) A inteligência do software dos drones é utilizada apenas para funções de entretenimento, não afetando a segurança ou eficiência das operações.

5. Qual é a função principal das configurações ajustáveis nos drones durante as missões?

a) As configurações ajustáveis não têm impacto significativo nas operações dos drones.

b) As configurações ajustáveis são exclusivamente utilizadas para modificar a estética visual dos drones.

c) As configurações ajustáveis permitem que os operadores personalizem as respostas da aeronave a obstáculos durante as missões.

d) As configurações ajustáveis são apenas um recurso secundário nos drones, sem influência na operação.

e) As configurações ajustáveis nos drones são destinadas apenas a fins de entretenimento, não contribuindo para a eficiência das operações.

6. Por que a prática do mapeamento é conduzida em etapas sequenciais?

a) Para complicar o processo e torná-lo menos acessível aos operadores de drones.

b) Porque o software Agri Assist exige uma abordagem passo a passo para funcionar corretamente.

c) Para fornecer uma compreensão abrangente e gradual do mapeamento, capacitando os participantes com habilidades práticas.

d) Porque as características do software Agri Assist são complexas e exigem uma aprendizagem fragmentada.

e) Para tornar o processo de mapeamento menos eficiente e mais demorado.

## Apêndice B - Gabarito

### Mód 1

1. A  
2. B  
3. D  
4. C  
5. B  
6. E  
7. C  
8. B  
9. D  
10. D  
11. C  
12. C  
13. D  
14. A  
15. C  
16. B  
17. A  
18. B  
19. C  
20. D  
21. D  
22. E  
23. C  
24. D  
25. B  
26. E  
27. B  
28. D  
29. C  
30. E  
31. E  
32. E  
33. C  
34. D  
35. E  
36. E  
37. C  
38. D  
39. E  
40. D

### Mód 2

1. D  
2. D  
3. B  
4. C  
5. E  
6. D  
7. B  
8. C

### Mód 3

1. C  
2. B  
3. C  
4. D  
5. D  
6. C  
7. C  
8. A  
9. B  
10. D  
11. D  
12. A  
13. B  
14. D  
15. D  
16. B  
17. D  
18. D  
19. D  
20. D  
21. D  
22. B  
23. B  
24. B  
25. E  
26. D  
27. D  
28. D  
29. A  
30. D  
31. D  
32. D  
33. E  
34. A

35. C  
36. A  
37. E  
38. E  
39. E  
40. C  
41. C  
42. D  
43. D  
44. C  
45. D  
46. D  
47. B  
48. C  
49. D  
50. E  
51. D  
52. D  
53. E  
54. B  
55. D  
56. C  
57. C  
58. D  
59. A  
60. C  
61. C  
62. C  
63. C  
64. D  
65. C  
66. C  
67. C  
68. D  
69. D  
70. E  
71. D  
72. B  
73. B  
74. E  
75. E  
76. D  
77. E  
78. A  
79. D

80. C  
81. C  
82. A  
83. E  
84. C  
85. D  
86. C  
87. C  
88. D  
89. E  
90. C  
91. C  
92. D  
93. E  
94. E  
95. E  
96. E  
97. C  
98. E  
99. D  
100. D  
101. D  
102. D  
103. E

### Mód 4

1. C  
2. E  
3. E  
4. C  
5. B  
6. E  
7. D  
8. D  
9. A  
10. D  
11. D  
12. D  
13. E  
14. D  
15. A  
16. B  
17. C  
18. B  
19. C

20. E  
21. B  
22. E  
23. B  
24. C  
25. C  
26. E  
27. E  
28. C  
29. B  
30. C  
31. E  
32. E  
33. B  
34. B  
35. E  
36. E  
37. D  
38. E

### Mód 5

1. D  
2. C  
3. D  
4. C  
5. C  
6. C

## Apêndice C – Base Legal

Brasil. **Lei nº 7.565, de 19 de dezembro de 1986.** Institui o Código Brasileiro de Aeronáutica. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l7565compilado.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7565compilado.htm).

A Lei 7.565/1986, também conhecida como Código Brasileiro de Aeronáutica, regula todas as atividades relacionadas à aviação civil no Brasil. Essa lei abrange uma ampla gama de aspectos, incluindo normas de segurança, certificação de aeronaves, licenças de pilotos, responsabilidade civil, transporte aéreo, e muitos outros assuntos relacionados à aviação. O código visa garantir a segurança e a regularidade das operações aéreas no país, protegendo os direitos dos passageiros, tripulantes e proprietários de aeronaves.

Brasil. **Decreto-Lei nº 2.848, de 7 de dezembro de 1940.** Código Penal. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/del2848compilado.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del2848compilado.htm).

O Decreto-Lei nº 2.848, de 7 de dezembro de 1940, institui o Código Penal Brasileiro, que é a principal legislação que define os crimes e as respectivas penas no Brasil. Este código abrange uma ampla gama de condutas criminosas, desde crimes contra a vida, contra o patrimônio, contra a dignidade sexual, entre outros. Além disso, o Código Penal estabelece os princípios gerais do Direito Penal brasileiro, como a aplicação da lei penal, os casos de exclusão de ilicitude e de culpabilidade, as penas aplicáveis, as medidas de segurança, entre outros aspectos fundamentais do sistema jurídico penal do país.

Brasil. **Decreto-Lei nº 3.688, de 3 de outubro de 1941.** Lei das Contravenções Penais. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/del3688.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del3688.htm).

O Decreto-Lei nº 3.688, de 3 de outubro de 1941, institui a Lei das Contravenções Penais no Brasil. Essa legislação define e tipifica condutas que, embora representem menor gravidade em comparação aos crimes, ainda são consideradas ilícitas, como perturbação do sossego alheio, jogos de azar, embriaguez ao volante, entre outras. O objetivo principal da Lei das Contravenções Penais é manter a ordem pública e a tranquilidade social, estabelecendo sanções proporcionais às infrações cometidas.

Brasil. Ministério da Defesa. Instrução do Comando da Aeronáutica (ICA). Tráfego Aéreo. **ICA 100-40 – Aeronaves não tripuladas e o acesso ao tráfego aéreo brasileiro.** Disponível em: [https://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/cartografia/divcar/2021/ica\\_100-40\\_trafegoaereo\\_22\\_05\\_2020.pdf](https://www.gov.br/defesa/pt-br/arquivos/cartografia/divcar/2021/ica_100-40_trafegoaereo_22_05_2020.pdf).

A ICA 100-40, emitida pelo Ministério da Defesa do Brasil, compreende as regras do ar e os serviços de tráfego aéreo. Este documento estabelece as normas e procedimentos para a operação segura e eficiente do tráfego aéreo no espaço aéreo brasileiro, abrangendo aspectos como comunicação, navegação, controle de tráfego aéreo, gerenciamento do espaço aéreo e coordenação entre os órgãos responsáveis pela aviação civil e militar. A ICA 100-40 visa garantir a integridade e a segurança das operações aéreas, bem como promover o ordenamento e a eficiência do tráfego aéreo em todo o território nacional.

Brasil. Ministério da Defesa. Instrução do Comando da Aeronáutica (ICA). Tráfego Aéreo.

**ICA 100-12 – Regras do Ar.** Disponível em:

<https://static.decea.mil.br/publicacoes/files/2016/f34899fc-5171-4f69-a45fdebc1914a4e5.pdf>.

A ICA 100-12, conhecida como "Regras do Ar", é um documento elaborado pelo Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) da Força Aérea Brasileira que estabelece as normas e procedimentos para a gestão e operação do tráfego aéreo no Brasil. Esse manual abrange diversos aspectos relacionados à aviação civil e militar, incluindo as regras de voo, procedimentos de comunicação, controle de tráfego aéreo, navegação aérea, segurança operacional e prevenção de colisões. A ICA 100-12 visa garantir a segurança, a eficiência e a fluidez do tráfego aéreo, estabelecendo diretrizes claras e padronizadas para pilotos, controladores de tráfego aéreo e demais profissionais envolvidos na aviação brasileira.

Brasil. Ministério da Defesa. Manual do Comando da Aeronáutica (MCA). Aviação. **MCA 56-1 – Aeronaves não tripuladas para uso exclusivo em apoio às situações emergenciais.** Disponível em: [https://www.pilotopolicial.com.br/wp-content/uploads/2020/06/mca\\_56-1\\_20200701.pdf](https://www.pilotopolicial.com.br/wp-content/uploads/2020/06/mca_56-1_20200701.pdf).

A Instrução do Comando da Aeronáutica (ICA) 56-1 estabelece as diretrizes para o uso de aeronaves não tripuladas em apoio exclusivo a situações emergenciais. O documento aborda aspectos como requisitos para operação dessas aeronaves, responsabilidades dos operadores, procedimentos de autorização e controle, além de normas de segurança e proteção da privacidade. A ICA 56-1 visa fornecer orientações claras para garantir a eficácia e a segurança das operações com aeronaves não tripuladas em situações de emergência, contribuindo para uma resposta rápida e eficiente em cenários críticos.

Brasil. Ministério da Defesa. Manual do Comando da Aeronáutica (MCA). Aviação. **MCA 56-2 – Aeronaves não tripuladas para uso recreativo - Aeromodelos.** Disponível em: Ministério da Defesa - Comando da Aeronáutica. Manual de Coordenação de Aeronaves (MCA) 56-2:

Uso Exclusivo Recreativo - Aeromodelos 2023. Disponível em:

<https://www.decea.mil.br/drone/docs/MCA%2056-2%20-%20Uso%20Exclusivo%20Recreativo%20-%20Aeromodelos%202023%20-%20BCA%20103%2006.06.23.pdf>.

O Manual do Comando da Aeronáutica (MCA) 56-2 estabelece as diretrizes para o uso recreativo de aeronaves não tripuladas, especificamente aeromodelos. Este documento abrange normas e procedimentos para operação segura e responsável de aeromodelos, incluindo tipos de operação, restrições de voo, responsabilidades dos operadores, procedimentos de autorização e controle, além de regras de acesso entre outros.

Brasil. Ministério da Defesa. Manual do Comando da Aeronáutica (MCA). Aviação. **MCA 56-3 – Aeronaves não tripuladas para uso em proveito dos órgãos ligados ao governo federal, estadual ou municipal.** Disponível em: [https://www.pilotopolicial.com.br/wp-content/uploads/2020/06/mca\\_56-3\\_20200701.pdf](https://www.pilotopolicial.com.br/wp-content/uploads/2020/06/mca_56-3_20200701.pdf).

O Manual do Comando da Aeronáutica (MCA) 56-3 estabelece as diretrizes para o uso de aeronaves não tripuladas em proveito de órgãos públicos ligados ao governo federal, estadual ou municipal. Este documento abrange normas e procedimentos para operação segura e responsável de aeromodelos, incluindo tipos de operação, restrições de voo, responsabilidades dos operadores, procedimentos de autorização e controle, além de regras de acesso entre outros.

Brasil. Ministério da Defesa. Manual do Comando da Aeronáutica (MCA). Aviação. **MCA 56-4 – Aeronaves não tripuladas para uso exclusivo em proveito dos órgãos de segurança pública, da defesa civil e de fiscalização da receita federal.** Disponível em: [https://www.pilotopolicial.com.br/wp-content/uploads/2020/06/mca\\_56-4\\_20200701.pdf](https://www.pilotopolicial.com.br/wp-content/uploads/2020/06/mca_56-4_20200701.pdf).

O Manual do Comando da Aeronáutica (MCA) 56-4 estabelece as diretrizes para o uso de aeronaves não tripuladas para uso exclusivo em proveito dos órgãos de segurança pública, da defesa civil e de fiscalização da receita federal. Este documento abrange normas e procedimentos para operação segura e responsável de aeromodelos, incluindo tipos de operação, restrições de voo, responsabilidades dos operadores, procedimentos de autorização e controle, além de regras de acesso entre outros.

Brasil. Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). Regulamento Brasileiro de Aviação Civil **RBAC-E94 - Requisitos Gerais para aeronaves não tripuladas de uso civil.** Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-e-94>.

O Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) nº 94, também conhecido como RBAC-E94, é uma normativa da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) que estabelece os requisitos e procedimentos para a operação de aeronaves não tripuladas, também chamadas de drones, no espaço aéreo brasileiro. O RBAC-E94 aborda questões relacionadas à certificação de operadores e aeronaves, licenciamento de pilotos, regulamentação de voo, segurança operacional, prevenção de acidentes e proteção da privacidade, visando garantir a integridade do sistema de aviação civil e a segurança de pessoas e propriedades durante as operações com drones.

Brasil. Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). Regulamento Brasileiro de Aviação Civil **RBAC-45 – Marcas de identificação, de nacionalidade e de matrícula.** Disponível em: [https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-045/@@display-file/arquivo\\_norma/RBAC45EMD04.pdf](https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-045/@@display-file/arquivo_norma/RBAC45EMD04.pdf).

O Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) nº 45 trata das normas referentes às marcas de identificação, de nacionalidade e de matrícula das aeronaves no Brasil. Define os critérios para a atribuição e a aplicação das marcas de nacionalidade e de matrícula, visando assegurar a identificação única de cada aeronave e facilitar a fiscalização e a segurança no ambiente aeronáutico brasileiro.

Brasil. Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). Instrução **Suplementar IS nº E94-003.** Disponível em: [https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/iac-e-is/is/is-e94-003/@@display-file/arquivo\\_norma/ISE94-003A%20-%20Retificada.pdf](https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/iac-e-is/is/is-e94-003/@@display-file/arquivo_norma/ISE94-003A%20-%20Retificada.pdf).

Esta Instrução Suplementar tem por objetivo estabelecer os procedimentos para elaboração e utilização de avaliação de risco operacional para operadores de aeronaves não tripuladas, para cumprimento dos parágrafos E94.103(f)(2) e E94.103(g)(2) do RBAC-E nº 94.

Brasil. Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). **Resolução nº 293, de 19 de novembro de 2013.** Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/resolucoes/resolucoes-2013/resolucao-no-293-de-19-11-2013>.

Dispõe sobre o Registro Aeronáutico Brasileiro e dá outras providências.

Brasil. Presidência da República. **Decreto nº 86.765, de 15 de dezembro de 1981**. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/atos/decretos/1981/d86765.html](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/atos/decretos/1981/d86765.html).

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.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Decreto-Lei nº 917, de 8 de outubro de 1969**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/aviacao-agricola/legislacao/1-decreto-lei-917-de-8-de-outubro-de-1969.pdf>.

Dispõe sobre o emprego da Aviação Agrícola no País e dá outras providências.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Instrução Normativa nº 2 de 3 de janeiro de 2008**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/aviacao-agricola/legislacao/3-in-2-de-03-de-janeiro-de-2008-com-alteracoes-da-in-37-2020.pdf>.

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, e ainda os modelos constantes dos Anexos I, II, III, IV, V e VI.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Portaria nº 298, de 22 de setembro de 2021**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/aviacao-agricola/legislacao/portaria-mapa-298-de-22-09-2021.pdf>.

Estabelece as regras para operação de aeronaves remotamente pilotadas - ARP's destinadas à aplicação de agrotóxicos e afins, adjuvantes, fertilizantes, inoculantes, corretivos e sementes.

Brasil. **Lei nº 14.785, de 27 de dezembro de 2023**. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2023-2026/2023/Lei/L14785.htm#art65](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2023-2026/2023/Lei/L14785.htm#art65).

Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem, a rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e das embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, de produtos de controle ambiental, de seus produtos técnicos e afins; revoga as Leis nºs 7.802, de 11 de julho de 1989, e 9.974, de 6 de junho de 2000, e partes de anexos das Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, e 9.782, de 26 de janeiro de 1999.

Brasil Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Instrução Normativa nº 15, de 10 de maio de 2016**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/aviacao-agricola/legislacao/6-in-15-de-10-de-maio-de-2016.pdf>.

Instrução com a relação de modelos de equipamentos agrícolas aprovados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA para utilização em aeronaves no território nacional.

## Checklist e diretrizes Pré-missão

### CHECAGEM DE COMPONENTES FÍSICOS E CALIBRAÇÃO

- Hélices fixas e em bom estado;
- Parafusos estruturais fixados;
- Mangueiras fixadas e sem fissuras;
- Sensores fixados;
- Drone limpo e descontaminado;
- Antenas fixas;
- Motores livres na movimentação manual e sem danos;
- Bicos livres na movimentação manual e sem danos;
- Filtros limpos e sem danos;
- Baterias e carregador limpos e sem avarias físicas;
- Cabos limpos e sem danos físicos nos conectores;
- Controle limpo, sem avarias físicas, com antenas conectadas e carregador;
- Conjunto RTK limpo, sem avarias físicas, com antenas conectadas e carregadas;
- Itens de reposição limpos e organizados;
- Case limpo e sem danos físicos.
- Verificar funcionamento do drone:
- Verificar funcionamento das baterias;
- Verificar funcionamento do controle e do aplicativo;
- Verificar sinal de GPS, percentual de bateria, radar de solo, sinal de rádio e bússola magnética;
- Realizar rotina de calibração básica (bússola magnética, acelerômetro, comandos do stick);
- Realizar desbloqueio e observar comportamento dos motores;
- Testar comandos do controle com o stick;
- Realizar pequeno voo de teste para verificar comandos básicos e conexão com RTK;
- Verificar funcionamento de bicos, bombas e sensores de obstáculos;
- Verificar funcionamento do carregador e garantir que baterias e controle estejam carregados.

### CHECAGEM DE ESTRUTURA DE APOIO

- Verificar lista de componentes completa;
- Verificar funcionamento e limpeza do misturador e gerador;
- Verificar condições da carretinha e do carro;
- Verificar presença e condições de ferramentas e itens diversos;
- Preparar lona, corda, balança de precisão, combustível, lanterna, extensão elétrica, guarda-sol ou barraca.

## CHECAGEM DA PROPRIEDADE

- Confirmar localização, acessos e área a ser aplicada no mapa;
- Verificar receituário agrônomo e disponibilidade dos produtos na fazenda;
- Coletar dados da propriedade para relatório do mapa;
- Elaborar contrato, se necessário, e coletar dados dos responsáveis e gerente da fazenda.

## CHECAGEM ITENS PESSOAIS

- Preparar itens de higiene pessoal;
- Verificar EPIs;
- Garantir presença de remédios de emergência;
- Levar notebook, celular, água, alimentos de emergência e documentos pessoais e do veículo.

## DIRETRIZES DE MAPEAMENTO

### 1. Definição dos Limites de Cada Mapa:

1. Realize a definição dos limites de todos os mapas em conjunto com o responsável da fazenda.
2. Seccione os talhões para otimizar a eficiência, posicionando cada base provisória de forma estratégica.
3. Mantenha uma distância de segurança de 5m a 12m de árvores, APPs, currais e 25m de cercas de divisas e casas.

### Definição dos Obstáculos:

1. Marque cada obstáculo no mapa para garantir a segurança da missão.
2. Mantenha uma distância de 7m a 15m da borda da copa de árvores e de 10m a 15m de currais, postes e fios.
3. Evite pulverizar sobre redes de alta tensão, mantendo uma distância mínima de 100m. Divida o mapa em dois lados se houver uma linha de alta tensão no meio.
4. Avalie a possibilidade de voar sobre redes de baixa tensão, mantendo uma altitude mínima de 7m acima da rede.

### Inspeção Visual do Local:

1. Visite o local mapeado para verificar a topografia e realizar inspeção de bordadura com o controle para garantir o sucesso da missão.
2. Verifique a distância e altura dos obstáculos para garantir a segurança da operação.
3. Planeje pontos estratégicos de posicionamento para a pulverização, levando em consideração o acesso ao local.

**Revisão de Distância Máxima:**

1. Mantenha uma distância máxima de 300m do ponto de reabastecimento, realizando o seccionamento do mapa se necessário.
2. Em ambientes sem interferência, sombreamento de sinal e elevação de relevo, o rádio mantém conexão até 500m.

**DIRETRIZES DE PREPARAÇÃO DE CALDA****Utilização de EPIs:**

Antes de manusear qualquer defensivo agrícola, é fundamental colocar os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) adequados, incluindo luvas, máscara, óculos de proteção, roupas apropriadas e botas.

Esses equipamentos visam garantir a segurança e proteção do operador contra possíveis riscos à saúde.

**Teste de Calda Proporcional:**

Realize o teste de calda proporcional utilizando as quantidades especificadas no receituário agrícola para preparar 1 litro de calda. Caso a calda talhe durante o teste, é necessário realizar um novo teste reorganizando a sequência de mistura dos defensivos, garantindo assim uma mistura homogênea e eficaz.

**Abastecimento e Mistura dos Defensivos:**

Proceda com o abastecimento de água e a mistura dos defensivos no recipiente do misturador, seguindo as orientações do receituário agrícola. Certifique-se de utilizar os equipamentos adequados e de realizar a mistura de forma cuidadosa para evitar derramamentos e contaminações.

**Organização do Abastecimento no Local:**

Se a mistura dos defensivos for realizada no local de reabastecimento, inicie o abastecimento com água e organize os galões de defensivos de forma adequada para o transporte. Certifique-se de seguir as medidas de segurança durante todo o processo de abastecimento e transporte dos produtos.

**DIRETRIZES DE LOGÍSTICA****Transporte dos Equipamentos e Calda:**

Antes de iniciar o trabalho, certifique-se de levar todos os equipamentos necessários e a calda de pulverização até o ponto de trabalho. Isso inclui o drone, baterias sobressalentes, misturador de calda, galões de defensivos agrícolas, água e todos os EPIs necessários para o manuseio dos produtos.

**Montagem Estratégica dos Equipamentos:**

Monte de forma estratégica a disposição de cada item, levando em consideração a otimização do tempo de reabastecimento do drone. Organize os equipamentos de maneira que sejam facilmente acessíveis durante o processo de preparação e aplicação, minimizando assim os tempos de parada e aumentando a eficiência operacional. Certifique-se de posicionar o misturador de calda próximo ao local de abastecimento do drone, facilitando o processo de preparação da calda.

## Checklist e diretrizes Pré-voo

### CHECAGEM, FUNCIONAMENTO E AJUSTES

#### 1. Montagem do Drone:

Realize a montagem do drone.

Abra as hélices e verifique se todas as travas estão corretamente posicionadas.

#### 2. Posicionamento do RTK:

Posicione o RTK adequadamente e deixe-o ligado para garantir uma conexão estável durante o voo.

#### 3. Conexão e Verificação do Drone:

Conecte a bateria e o controle ao drone e verifique se é necessário calibrar a bússola magnética.

#### 4. Checklist de Segurança Pré-Voo:

Verifique se o sinal de rádio está OK.

Confirme que o sinal de GPS está acima de 10 satélites.

Verifique a quantidade de carga na bateria.

Certifique-se de que o modo rocker está configurado corretamente.

Ative a proteção de baixa tensão para o retorno.

Configure a ação de retorno quando acabar a calda ou terminar a tarefa.

Configure a resposta do drone ao detectar um obstáculo.

#### 5. Atribuição de Tarefa:

Atribua uma tarefa para o mapeamento realizado e acesse-a no momento de executar a operação. Realize a divisão de parcelas, se necessário, antes de atribuir a tarefa.

#### 6. Abastecimento do Tanque:

Utilizando os EPIs adequados, realize o reabastecimento do tanque do drone com a calda de pulverização.

#### 7. Ajuste de Rota:

Realize as configurações de espaçamento entre as linhas de acordo com a faixa desejada.

Ajuste a contração interna de cada lado, se necessário.

Ajuste a margem de obstáculo para garantir a segurança.

Ajuste a rota para o bordadura para evitar obstáculos.

Se necessário, faça ajustes finos de curso.

#### 8. Execução da Operação:

Defina os parâmetros da aplicação, incluindo o modo de spray preciso, vazão desejada, velocidade de voo, altitude de decolagem, percentual de giro dos bicos e ativação do radar de solo com a altitude desejada.

Realize o desbloqueio e inicie a operação de pulverização.