

8. USO DE AVIAÇÃO AGRÍCOLA NO CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS

Fernando Tadeu de Carvalho¹



As culturas agrícolas estão sujeitas ao ataque de pragas, doenças e ocorrência de plantas daninhas que dificultam o bom desenvolvimento das plantas cultivadas e suas produtividades. Em algumas situações, dependendo do tamanho da área e do grau de infestação do problema fitossanitário, faz-se necessário tomar uma medida de controle rápido, para que o dano não atinja níveis superiores aos aceitáveis.

Existem também situações, não agrícolas, que exigem aplicações rápidas de defensivos, como no caso de controle de vetores de doenças humanas, quando a epidemia já está instalada.

Nestas situações torna-se importante a utilização de aeronaves agrícolas. Entretanto, a aviação agrícola não pode ser vista somente sob o ponto de vista da rapidez. Existem outras vantagens, relativas à eficiência e à economia, que devem ser atribuídas à aviação agrícola, e situações em que este tipo de aplicação é imprescindível, como no caso de aplicação de maturadores em cana-de-açúcar.

O presente trabalho foi realizado com o intuito de apresentar as utilizações, as vantagens e as principais características da aplicação aérea de herbicidas, e apresentar a utilização do aparelho GPS na aviação agrícola.

8.1. Aviação agrícola

8.1.1. Histórico

A idéia do uso de avião na agricultura é quase tão velha quanto a

¹ Eng.-Agr., Dr., Prof. UNESP-Campus de Ilha Solteira, Caixa Postal 31, 15385-000 - Ilha Solteira, SP.

Própria aviação. Em 1911, Alfred Zimmerman, um guarda florestal alemão, enfrentando problemas de ataque de pragas em florestas, patenteou o uso de aviões para aplicação de pesticidas, e se tornou o pai da aviação agrícola. No entanto, não pode por em prática, pois não havia aviões para este fim, não havia pilotos treinados para esta prática e os produtos existentes na época necessitavam de grandes quantidades por área (alto peso) para serem eficientes.

Os defensivos existentes na época eram os compostos inorgânicos como os mercuriais e a calda bordalesa com ação fungicida, os arseniatos com ação inseticida, o ácido sulfúrico para o controle de plantas daninhas, e outros.

A primeira aplicação aérea acabou sendo realizada, nos EUA, no início da década de 1920, mais precisamente em 1922, quando se aplicou arseniato de cálcio como inseticida, na fórmula de pó seco, em árvores ornamentais. Logo em seguida utilizou-se a aviação agrícola, em escala maior, para o controle da lagarta-curuquerê. Em 1929 foi testada, com sucesso, a semeadura aérea de arroz em campos inundados.

Em 1945, após a segunda guerra mundial, havia grande quantidade de aviões sobrando, sucateado e a baixo preço. Havia também muitos pilotos treinados para voo baixo, e surgiram os primeiros defensivos altamente eficientes com pequenas quantidades por hectare. Assim, após este período, grande quantidade de aeronaves passou a ser utilizada no setor agrícola.

No período de 1946 a 1948, grande número de acidentes foi observado com os aviões em atividade na agricultura. Os

acidentes ocorriam, principalmente, porque os aviões não eram desenvolvidos para este fim. As aeronaves, a maioria utilizada em treinamento militar, possuíam asas altas, que proporcionavam maior estabilidade ao vôo mas não permitiam a visibilidade ao piloto no momento das manobras, nos vôos baixos. Além disso, o tanque de defensivos era colocado atrás do piloto, de tal sorte que, no impacto, o piloto ficava prensado entre o motor do avião e o tanque de defensivos.

Entre 1948 e 1950, dois projetos de avião agrícola começaram a ser desenvolvidos nos EUA, o AG1 e o AG2. Os projetos visavam principalmente a segurança do piloto. Foram reunidas sugestões de operadores de todo o país. A partir daí a aviação agrícola passou a ter uma tecnologia toda própria.

No Brasil o primeiro uso oficial da aviação agrícola foi realizado em Pelotas - RS, em agosto de 1947, coordenado pelo Engenheiro Agrônomo Leôncio Fontelles, fazendo aplicação de inseticida contra o ataque de gafanhotos. O avião utilizado foi um Muniz 9 (biplano), com uma polvilhadeira adaptada, operado pelo piloto Clóvis Candiota.

Atualmente, no Brasil, estima-se a existência de 807 aviões agrícolas em atividade no país, sendo: 656 Ipanemas, 147 aviões importados e quatro helicópteros importados.

8.1.2. Protótipo atual do avião agrícola

As principais características dos aviões agrícolas modernos são:

- Asas baixas, que permitem maior visibilidade ao piloto nas manobras e balões.
- Nacele (cabine) resistente e alta, acima do nível do motor e tanque de defensivos.
- Posição do tanque de defensivos no centro de gravidade do avião, de modo que a variação do peso do produto, no depósito, não interfira no equilíbrio do avião.

- Posição do motor e tanque de defensivos à frente do piloto. Atrás do piloto não é colocado nenhum objeto (bateria, receptor do GPS, etc.) que possa atingi-lo em caso de impacto.
- Estrutura capaz de absorver energia em colapso progressivo.
- Estrutura tubular que, em caso de impacto, se curve e quebre para fora não atingindo o piloto.
- Cintos abdominais e dorsais. Fixação do assento rígida, o suficiente para resistir a impactos, sem se deslocar.
- Velocidade de estol, pelo menos, 20% menor do que a velocidade mínima de operação.
- Boa estabilidade de voo.
- Motor com potência dimensionada para suportar o peso do avião carregado, voando a baixa velocidade (de 130 a 200 km/ h).
- Facão cortante de fios, localizado perpendicularmente à cabine, seguido de cabo de aço esticado até ao leme vertical fixo, para evitar acidentes com fios elétricos e cabos de alta tensão.

8.1.3. Evolução da frota

A Tabela 1 mostra a evolução da frota de aviões agrícolas no Brasil e o número de acidentes por ano. Observa-se que com o passar do tempo, a maior utilização de aviões agrícolas (não adaptados) proporcionou diminuições no número de acidentes.

TABELA 1. Número de aviões agrícolas no Brasil, entre 1971 e 1995, e número de acidentes ocorridos no período.

Ano	Número de Aviões	Número de Acidentes	% de Acidentes
1971	60	12	20,0
1972	65	18	27,7
1973	116	17	14,6
1974	150	28	18,7
1975	232	23	9,9
1976	296	39	13,2
1977	351	28	8,0
1978	379	26	6,9
1979	416	15	3,6
1980	449	19	4,2
1981	461	19	4,1
1982	479	20	4,2
1983	494	22	4,4
1984	515	31	6,0
1985	538	32	5,9
1986	559	18	3,2
1990	638	12	1,9
1991	661	12	1,8
1992	684	12	1,8
1993	718	11	1,5
1994	769	10	1,3
1995	789	9	1,1

Fonte: Revista Guia de Aviação Agrícola (1996).

8.1.4. Emprego da aviação

- → pessoas
- Transporte → carga
 - Militar
 - Esportivo
 - Outros → aviação agrícola
 - controle de vetores de doenças humanas e de animais
 - aerofotogrametria
 - observações meteorológicas
 - → de florestas repovoamento
 - de águas
 - estimativa da necessidade nutricional e potencial de produção de florestas
 - controle de fogo

AVIAÇÃO AGRÍCOLA

- Preparo do Solo → aplicação de dessecantes
- Semeadura → arroz
 - pastagem
- Tratos culturais → adubação de cobertura
 - adubação foliar
 - fitossanidade:
 - aplicação de herbicidas
 - aplicação de inseticidas
 - aplicação de fungicidas

- aplicação de fitorreguladores (ex.: matura-dor em cana-de-açúcar)
- Colheita → aplicação de dessecantes
- Reconhecimento de área agrícola para estimativa de preço
- Outros .

8.1.5. Vantagens e limitações da aviação agrícola

8.1.5.1. Vantagens

- a) Rapidez → avião: média de 70 ha/hora
→ equipamento terrestre: 8-12 ha/hora
Obs.: a aviação permite melhor aproveitamento do MIP.
- b) Independe da umidade do solo.
Obs.: dias muito chuvosos, quando as plantas daninhas crescem mais, não é possível entrar com equipamento tratorizado.
- c) Independe do tamanho e forma do vegetal
Obs.: equipamentos tratorizados sempre danificam o vegetal. Estima-se em pelo menos 3% os prejuízos à lavoura causados pelo pisoteio do equipamento terrestre.
- d) Independe da topografia.
- e) Evita a compactação

8.1.5.2. Limitações

- a) Inviável para pequenas áreas.
- b) Preço → avião: média R\$8,00/ha (depende do volume e do tamanho da área).
→ equipamento terrestre: R\$6,00/ha.
- c) Eficiência: é equivalente à das aplicações terrestres se seguidas as recomendações técnicas.
- d) Deve-se manter rigoroso programa de vistoria e reparos do aparelho.
→ troca de óleo a cada 50 horas e revisão a cada 100 horas.
- e) Turbulência: pode ser controlada com altura adequada de vôo, disposição de bicos e condições climáticas, conforme descrito no item a seguir.

8.1.6. Turbulência

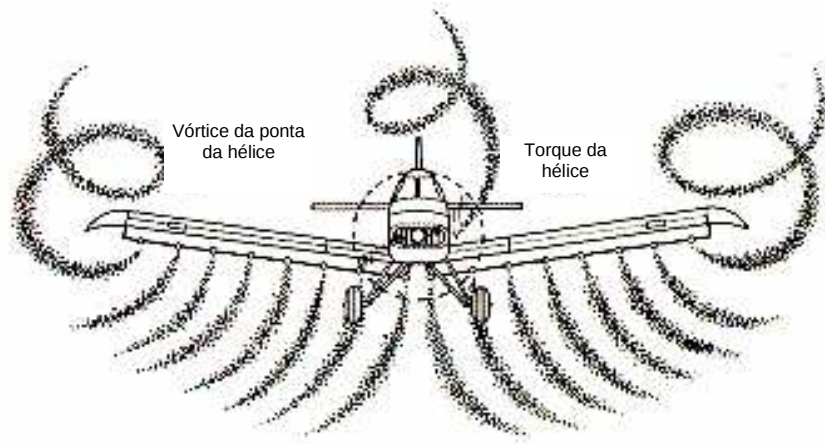
8.1.6.1. Noções de aerodinâmica

O aerofólio (asa) do avião é desenhado de tal forma que seu extradorso possui uma área superficial maior que o intradorso (Fig. 1).

Quando o bordo de ataque rompe uma camada de ar, o filamento que percorre o extradorso adquire uma velocidade maior do que o que percorre o intradorso (Fig. 2). O ar mais veloz, no extradorso, torna-se mais rarefeito, exercendo uma pressão menor. Este efeito pode ser explicado pela fórmula:

Pressão = Força/Área, onde o aumento da área, no extradorso, induz a uma pressão menor. Esta diferença de pressão, maior em baixo e menor em cima, é que dá a sustentação, ou seja, que possibilita o avião voar.

Apesar de necessária para a sustentação do avião, a diferença de velocidade dos filamentos de ar provoca um efeito indesejado para a aviação agrícola. Soma-se a este efeito, o fato de que os filetes de ar, que passam livremente pelo intradorso, tendem a fugir do corpo do avião (Fig. 3), enquanto que os filetes que passam aderido ao extradorso tendem a ser atraídos pelo corpo do avião (Fig. 4). Dessa forma, o fluxo de ar deixa de ser bidirecional, produzindo pequenos redemoinhos no bordo de fuga do aerofólio, que se juntam formando um redemoinho maior nas pontas das asas, denominado vórtice de ponta de asa. Além dos vórtices de ponta de asas, existe também o vórtice de hélice, que ocorre sob a fuselagem do avião (Fig. 5).



Fonte: Ozeki & Kunz (s/d).

FIG. 5. Efeito dos vórtices sobre a pulverização.

O efeito dos vórtices, sobre a pulverização, pode ser uma deposição muito irregular das gotas na faixa de aplicação e maior deriva. Para evitar o efeito negativo dos vórtices na pulverização, algumas regras devem ser seguidas.

MEDIDAS PARA EVITAR O EFEITO NEGATIVO DOS VÓRTICES

- 1) Fechamento dos bicos que sofrem o efeito dos vórtices
Do total de bicos existentes na barra deve se fechar de quatro a cinco bicos das extremidades próximas às pontas da asa e, três bicos alternadamente sob a fuselagem do avião. Dessa maneira, somente 70 a 80% da envergadura da asa do avião poderá ser aproveitada.
- 2) Vento mínimo de 3 km/h

O vento, no sentido transversal à linha do voo (45 a 135 graus), em baixas intensidades, é benéfico à aplicação, auxiliando na dissipação dos vórtices e na formação da faixa efetiva.

3) Altura de aplicação

Aplicações rentes ao alvo ocorre uma reflexão da turbulência tornando a deposição totalmente irregular. A altura ideal, para a maioria dos casos, é de dois a quatro metros do alvo.

8.1.7. Recomendações para aplicações aéreas de herbicidas

8.1.7.1. Parâmetros da aplicação

Os volumes utilizados em aviação agrícola são divididos em categorias com diferentes designações. Segundo Johnstone & Johnstone (1977):

Volume Baixo (BV) = 20 a 50 l/ha
 Volume Muito Baixo (MBV) = 10 a 15 l/ha
 Volume Ultra Baixo (UBV) = < 5 l/ha

As recomendações para aplicações aéreas de herbicidas são:

Herbicidas	Pós-emergentes	Pré-emergentes	Hormonais
Volume (L/ ha)	BV ⇒ 20 - 40	BV ⇒ 20 - 50	BV ⇒ 20 - 50
Faixa de aplicação	15 m	15 m	15 m
DMV (μ)	200 - 400	400 - 500	500 - 600
Densidade	30 - 40 / cm ²	20 - 30 / cm ²	10 - 20 / cm ²
Altura de voo	2 - 4 m	2 - 4 m	2 - 4 m
Pressão	20 - 40 psi	20 - 30 psi	20 - 30 psi
Bicos	bico cônico: D10 a 12, core 45	- bico leque: 80.15 - CP nozzle	- bico leque: 80.15 - CP nozzle
Posição dos bicos em relação à barra	135° a 180°	135° a 180°	135° a 180°

(Fig. 6)

8.1.7.2. Condições Climáticas

Os parâmetros climáticos limites para aplicação aérea são:

- Temperatura → máxima: 30°C
- Umidade relativa do ar → mínima: 55%

Condições de temperatura acima de 30°C e UR do ar menor que 55% estão mais sujeitas à evaporação das gotas pulverizadas. Quando não se respeita estas condições, acaba-se voando a alturas mais baixas, como forma de compensar as perdas; entretanto, a uniformidade da faixa de aplicação é prejudicada.

- Vento
 - máximo: 10 km/h (acima → a deriva passa a ser o fator limitante para a aplicação).
 - mínimo: 3 km/h (abaixo → inversões térmicas e correntes de convecção).

O vento, dentro dos limites estabelecidos, deve ser sempre um aliado da aplicação aérea. A direção do voo deve ser, de preferência, perpendicular à direção do vento. Dessa forma, consegue-se uma deposição mais uniforme da aplicação e diminuição do risco de intoxicação de bandeirinhas e operadores.

Obs.: a utilização de óleo (mineral ou vegetal), como aditivo, em pulverizações aéreas de herbicidas, é benéfica no sentido de diminuir perdas de gotas por evaporação e deriva.

8.2. GPS (Global Positioning Systems)

8.2.1. Conceitos

GPS é um microprocessador adaptado a um sistema de captação de sinais de satélites e codificação em coordenadas terrestres.

O GPS pode fornecer precisão submétrica; no entanto, o Departamento de Defesa dos EUA limita propositalmente a precisão do cálculo, que provoca um erro de posicionamento de 40 a 100 metros.

O GPSD (diferencial) é uma estação que capta os sinais dos satélites, corrige o erro e retransmite os sinais para o GPS, com precisão, em torno de 1,00 metro.

8.2.2. Usos

8.2.2.1. Originalmente militar

8.2.2.2. Uso civil: em aviões, em navios, no transporte rodoviário, na agricultura

GPS NA AGRICULTURA

- Topografia.
- Plantadeira: balizamento e indiretamente mapeamento da área.
- Colhetadeira: → balizamento e indiretamente mapeamento da área;
 - sensores na saída dos grãos marcam a umidade;
 - microprocessador padroniza a umidade dos grãos e calcula a produtividade/ha por faixa;
 - detectada áreas de menor produtividade é possível corrigir o erro para as próximas safras.
- Pulverizador terrestre.

GPS NA AVIAÇÃO AGRÍCOLA

O balizamento, para aplicações aéreas, pode ser feito pelos seguintes métodos:

- com bandeiras ("flagman"): para culturas de porte baixo;
- com balões de gás: para árvores (eucalipto, seringueira, etc.);
- tentativas anteriores nos EUA com o método "automatic flagman": piloto solta tiras de papel na faixa de aplicação e
- balizamento com GPS

Vantagens do balizamento com GPS:

- rápido: elimina perda de tempo precioso para locomoção de bandeirinhas até a área.
- seguro: elimina o risco de acidentes e contaminação de bandeirinhas.
- preciso: → elimina erros de marcação de bandeirinhas;
→ maior eficiência na emenda da faixa;
→ controle da velocidade de aplicação em relação ao solo;
- permite análise computadorizada da área para escolha do sentido mais favorável de aplicação;
- permite interromper o tiro no meio da lavoura e reiniciar no mesmo local;
- GPS informa no caso de entrar em faixa que já foi aplicada;
- permite análise posterior do vôo no computador;
- GPS mostra se alguma faixa não foi aplicada.
- econômico: → elimina bandeirinhas;
→ aumenta a produtividade.

- eficiente: aumenta a qualidade da aplicação pois permite aproveitar melhor os períodos de condições climáticas mais favoráveis, inclusive à noite.

8.3. Conclusões

A tecnologia de aplicação aérea de defensivos é caracterizada, principalmente, pela rapidez com que pode realizar o serviço. As outras características desta tecnologia são, sem dúvida, a economia e a grande eficiência, desde que seguidas as recomendações técnicas.

A utilização do GPS em aviação agrícola, eliminando os possíveis erros de balizamento, aumentará, ainda mais, a eficiência desta tecnologia.

Vale finalmente ressaltar que a agricultura está prestes a se deparar com a terceira fase de sua história. Após a agricultura antiga, atualmente conhecida como moderna, o mundo está entrando na fase da agricultura do futuro ou, como será chamada, "agricultura de precisão". O aparelho GPS é que irá permitir essa nova tecnologia, e essa fase será caracterizada pela eliminação do desperdício e maximização de produtividades.

O GPS é um instrumento que permite o aumento da qualidade dos serviços na agricultura. Sem dúvida, será imprescindível para as empresas agrícolas inscritas no programa ISO 9000. Atualmente, no Brasil, o GPS modelo Set Loc já vem sendo utilizado, com excelentes resultados, por algumas empresas de aviação agrícola.

8.4. Referências bibliográficas

AVIAÇÃO EM REVISTA. **Guia de aviação agrícola**. 5ª Ed., São Paulo, 1996. 56 p.

JOHNSTONE, D.R., JOHNSTONE, K.A. Aerial spraying of cotton in Swaziland. PANS, n.23, v.1, 1977. p. 13-26.

MATTHEWS, G.A. **Métodos para la aplicación de pesticidas.** México, CECSA, 1988. 366 p.

OKESI, Y., KUNS, R.P. **Manual de aplicação aérea.** Botucatu: Neiva - Ciba Agro, s/d. 46 p.

SANTOS, J.M.F. Parâmetros utilizados em aviação agrícola. In: **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas.** Jaboticabal: FUNEP, 1985. p. 85-107.

SANTOS, J.M.F. **Aviação agrícola: manual de tecnologia de aplicação de agroquímicos.** São Paulo: Rhodia Agro, 1992. 99 p.