

Roteiro de cálculo de faixa e taxa na aplicação aérea

Percorrer o caminho que vai da taxa pretendida até a pressão de trabalho de cada atomizador, e depois de volta, da vazão medida até a taxa realmente entregue e ao rendimento operacional que a largura da faixa permite.

✓ QUANDO USAR

No planejamento da operação aérea e na conferência de uma configuração já em uso. Sempre que mudar a taxa alvo, a velocidade de voo, a largura da faixa efetiva, o número de atomizadores ou o elemento gerador de gotas.

✗ NÃO USAR PARA

Estimar a faixa efetiva, que é medida em ensaio e não calculada; nem para extrapolar a configuração validada numa aeronave para outra do mesmo modelo, porque diferenças de montagem e manutenção mudam o resultado.

As mesmas exigências de vento, ΔT (Índice Delta T) e umidade relativa do **TA-POP-04** (Liberação por condições meteorológicas) valem para a aplicação aérea tripulada. Consulte o TA-POP-04 antes de decolar.

O QUE VEM DO ENSAIO DE FAIXA

Faixa de deposição efetiva (m)

CV da distribuição

Altura de voo aferida

Modo de voo avaliado

Posição das pontas na barra

O QUE VEM DA AERONAVE E DA BULA

Velocidade de trabalho

Número de atomizadores

Tabela de vazão do fabricante

Taxa recomendada

Classe de gota exigida

Da taxa alvo à pressão de trabalho BLOCO A · IDA

A constante **600** converte km/h e metros em hectares por minuto. Ela só vale com velocidade em **km/h**, faixa em **m**, taxa em **L/ha** e vazão em **L/min**. Nenhuma outra combinação de unidades entra nesta fórmula.

1 Vazão total da barra

o que a aeronave inteira precisa entregar

$$q_{\text{total}} = \frac{Q \times v \times F}{600}$$

Q taxa de aplicação (L/ha) · **v** velocidade de voo (km/h) · **F** faixa de deposição efetiva (m) · **q_{total}** vazão da barra (L/min).

EXEMPLO · 12 L/HA, 220 KM/H, FAIXA DE 24 m (ILUSTRATIVO)

$$q_{\text{total}} = (12 \times 220 \times 24) \div 600$$

$$q_{\text{total}} = 63.360 \div 600 = 105,6 \text{ L/min}$$

2 Vazão por atomizador

a barra é dividida, a conta também

$$q = q_{\text{total}} \div n$$

n número de atomizadores na barra. O Ipanema EMB202A costuma usar de 6 a 8; o AirTractor 502B, 10.

EXEMPLO · 10 ATOMIZADORES MICRONAIR AU5000 (ILUSTRATIVO)

$$q = 105,6 \div 10 = 10,56 \text{ L/min por atomizador}$$

Este é o número que se procura na tabela do fabricante.

FALHAS QUE O ENSAIO COSTUMA REVELAR

Acúmulo de calda sob a fuselagem, sinal de voo baixo demais; falha no centro da faixa, por ausência de pontas sob a fuselagem; e, menos frequente, vórtice de ponta de asa. As três aparecem no perfil de deposição antes de aparecerem na lavoura.

3 Ajuste fino pela pressão

a tabela do fabricante quase nunca dá o valor exato

$$\frac{q_{\text{tabela}}}{q} = \frac{\sqrt{P_{\text{tabela}}}}{\sqrt{P_2}} \rightarrow P_2 = \frac{(q \times \sqrt{P_{\text{tabela}}})^2}{q_{\text{tabela}}^2}$$

Escolha na tabela o orifício mais próximo **sem extrapolar** a vazão pretendida e corrija a pressão. Respeite sempre os limites de pressão do fabricante.

EXEMPLO · ORIFÍCIO 13 DA PLACA ÍMPAR, 11,16 L/min A 30 psi (ILUSTRATIVO)

$$\sqrt{P_2} = (10,56 \times \sqrt{30}) \div 11,16 = 57,84 \div 11,16 = 5,183$$

$$P_2 = 5,183^2 = 26,86 \text{ psi, ou } 1,85 \text{ bar}$$

Orifício 13 a 26,86 psi entrega os 12 L/ha pretendidos nessas condições.

Da vazão medida de volta à taxa

4 Taxa realmente entregue

a mesma fórmula, isolando o outro lado

$$Q = \frac{q_{\text{total}} \times 600}{V \times F}$$

Use a vazão **medida** na barra, não a de catálogo. O fluxômetro com controlador de fluxo integrado ao GPS registra a vazão real aplicada.

EXEMPLO · 105,6 L/min A 220 KM/H E FAIXA DE 24 m (ILUSTRATIVO)

$$Q = (105,6 \times 600) \div (220 \times 24)$$

$$Q = 63.360 \div 5.280 = 12,0 \text{ L/ha}$$

5 Capacidade de campo efetiva

onde a largura da faixa vira dinheiro

$$CCE = \frac{F \times V}{10}$$

CCE capacidade de campo efetiva (ha/h). O estudo de campo com 45 aeronaves mostrou que o fator de efeito direto sobre o CV é a largura da faixa, não a altura de voo.

EXEMPLO · AIRTRACTOR 502 A 225 KM/H (ILUSTRATIVO)

$$\text{faixa de 28 m: } CCE = (28 \times 225) \div 10 = 630 \text{ ha/h}$$

$$\text{faixa de 32 m: } CCE = (32 \times 225) \div 10 = 720 \text{ ha/h}$$

Quatro metros a mais de faixa valem 90 ha/h.

6 Autonomia do tanque

quanto tempo de voo cabe num carregamento

$$A_{\text{tanque}} = V_{\text{tanque}} \div Q$$

$$t = (A_{\text{tanque}} \div CCE) \times 60$$

V_{tanque} capacidade do tanque (L) · t tempo de pulverização por carregamento (min). O tanque do avião agrícola vai de 600 a 3.000 L.

EXEMPLO · TANQUE DE 800 L A 12 L/HA, 220 KM/H, FAIXA DE 24 m (ILUSTRATIVO)

$$A_{\text{tanque}} = 800 \div 12 = 66,67 \text{ ha}$$

$$CCE = (24 \times 220) \div 10 = 528 \text{ ha/h}$$

$$t = (66,6667 \div 528) \times 60 = 7,6 \text{ min de pulverização}$$

Leve 66,6667 para a conta seguinte, não 66,67: arredondar cedo derruba o tempo.

Tabela de vazão • Micronair AU5000 ANTIGOTEJADOR EXTERNO, PLACA ÍMPAR, L/min

PRESSÃO (psi)	ORIF. 1	3	5	7	9	11	13
20	0,29	0,77	1,88	2,56	3,90	6,46	8,70
30	0,56	0,95	2,55	3,88	5,50	8,25	11,16
40	0,68	1,18	3,10	4,77	6,86	10,45	14,80

A faixa efetiva se mede, não se estima PROTOCOLO ASAE S386.2:2018

ITEM DO ENSAIO	EXIGÊNCIA
Direção do vento	De proa, com tolerância de até 15° em relação à trajetória de voo
Repetições	Mínimo de 3 passadas
Espaçamento dos coletores	No máximo 1,0 m entre coletores na linha
Extensão da linha	Mínimo de 30 m, idealmente acima de 45 m
Critério de aceitação	CV da distribuição igual ou menor que 20%
Modos comparados	Carrossel e vai-e-vem, porque a uniformidade difere entre eles

Vento cruzado mascara irregularidade real de distribuição. Um ensaio feito fora do vento de proa devolve uma faixa que não existe.

Altura de voo ENTRE 25% E 50% DA ENVERGADURA

AERONAVE OU SITUAÇÃO	ALTURA
Recomendação geral	3,0 a 5,0 m
AirTractor 502	4 a 8 m
Ipanema 202	3 a 6 m
Pastagem com árvores remanescentes	10 a 15 m, e mais em topografia acidentada

O que move o CV CASOS DAS CLÍNICAS DE AERONAVES

AERONAVE E CONFIGURAÇÃO	CV CARROSSEL	CV VAI-E-DEM
AirTractor 502B, pontas CP09, 30 L/ha, faixa 28 m, com pontas sob a fuselagem	25%	21%
A mesma aeronave, sem pontas sob a fuselagem	17%	15%
Bell 206B, voo de 9 a 12 m, com pontas sob a fuselagem	20%	22%
O mesmo helicóptero, sem essas pontas	16%	14%
Ipanema 202A, sem pontas sob a fuselagem	25%	28%
O mesmo Ipanema, com essas pontas	14%	15%

O Ipanema 202A responde ao contrário das outras duas. É a prova de que a regra prática não substitui o ensaio: cada aeronave e cada configuração se avalia individualmente.

Atomizadores comerciais PÁS A 75°, VAZÃO DE 6,0 L/min, 180 KM/H

MODELO	rpm	DMV (µm)	GOTAS < 100 µm	AMPLITUDE RELATIVA	CLASSE
ASC-A10	2.334	206	15%	1,35	Fina
TA-88D-8	2.360	231	12%	1,17	Fina
Microbell	1.742	225	12%	1,33	Fina
Microspin	1.780	257	12%	1,47	Média
Stol	2.161	174	20%	1,31	Fina
Travicar 05165	1.488	208	17%	1,37	Fina

Ganhar faixa sem perder uniformidade DOIS EXEMPLOS MEDIDOS

MUDANÇA	EFEITO SOBRE A FAIXA
Ipanema EMB-203A, 30 pontas CP-03, voo a 5,0 m, defletor a 30°	Faixa efetiva de 19 m com CV até 20%
A mesma aeronave e as mesmas pontas, defletor a 90°	Faixa efetiva de 21,5 m, ganho de 13% só pelo ângulo
Envergadura da barra (Fritz et al., 2019)	Cerca de 65% da envergadura da aeronave dá a melhor uniformidade no AirTractor 502
Barra mais longa	Permite faixa mais larga, mas expõe mais a gota ao vórtice de ponta de asa
Velocidade maior	Fragmenta mais a gota e eleva o risco de deriva

Distância mínima de áreas sensíveis IN MAPA Nº 2/2008 · AVIAÇÃO TRIPULADA

ALVO A PROTEGER	DISTÂNCIA MÍNIMA
Povoações e mananciais de captação de água	500 m
Mananciais, moradias isoladas e agrupamentos de animais	250 m

A aeronave tripulada guarda de 250 a 500 m, contra os 20 m federais do drone e os 90 m exigidos em Mato Grosso. A diferença é de ordem de grandeza, e é ela que define quais talhões cada plataforma consegue tratar.

A classe de gota na aplicação aérea segue a **ANSI/ASABE S641:2018**, que substituiu a S572 neste contexto e classifica em sete categorias, de muito fina a ultra grossa, comparando Dv0,1 e Dv0,5 com pontas de referência. Papel hidrossensível não serve para medir o espectro de um atomizador rotativo.

Frequência QUANDO REFAZER CADA CONTA

EVENTO	AÇÃO
Mudança de taxa alvo, velocidade ou número de atomizadores	Refazer os cálculos 1 a 3
Troca do elemento gerador de gotas ou do ângulo das pás	Refazer o ensaio de faixa e depois os cálculos
Troca de aeronave, mesmo do mesmo modelo	Novo ensaio de faixa
A cada operação	Conferir a vazão medida pelo cálculo 4

Registro do cálculo EVIDÊNCIA DA CONFIGURAÇÃO

DATA	AERONAV E	Q ALVO (L/HA)	v (KM/H)	FAIXA (M)	q TOTAL (L/MIN)	Nº ATOM.	ORIFÍCIO	PRESSÃO	CV (%)	ASSIN. RT
__/__/__	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
__/__/__	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Referências normativas

Decreto-Lei nº 917/1969 e Decreto nº 86.765/1981 · aviação agrícola
IN MAPA nº 2/2008 · distâncias mínimas de áreas sensíveis
ASAE S386.2:2018 · faixa de deposição · ANSI/ASABE S641:2018 · classe de gota
Lei 14.785/2023 · NR-31 · bula do produto



Aula 12 · material de apoio

Autoria. Prof. Dr. Anísio da Silva Nunes, Universidade do Estado de Mato Grosso (Unemat), Campus de Tangará da Serra. Material didático da disciplina Tecnologia de Aplicação de Produtos Fitossanitários. © 2026. **Uso.** Licenciado sob Creative Commons Atribuição-NãoComercial-Compartilhável 4.0 (CC BY-NC-SA 4.0): a cópia, a adaptação e o uso em ensino e extensão são livres, desde que citada a autoria e mantida a mesma licença. **A exploração comercial, a venda e a revenda deste documento, isolado ou integrado a outro material, não estão autorizadas.**