



CONSUMO DE BATERIA DE DRONE AGRÍCOLA EM DIFERENTES ROTAS DE PULVERIZAÇÃO

**Gustavo Rabelo Botrel Miranda¹; Igor Otávio Rezende Marques²; Guilherme Silva Bueno³;
Guilherme Bueno Leite⁴; Bruno César Souza Ferreira Garrido⁵.**

RESUMO

Os drones vêm sendo utilizados na agricultura para pulverização aérea, oferecendo vantagens como o acesso a áreas de difícil alcance. Com o avanço desta tecnologia, é emergente conciliar a qualidade da pulverização com possíveis rotas de vôo de drones agrícolas e analisar a influência destas rotas no consumo de bateria e consequentemente na autonomia de vôo. Este estudo analisou o consumo de bateria em diferentes rotas de pulverização em lavoura cafeeira localizada no IFSULDEMINAS Campus Muzambinho, por meio de delineamento inteiramente casualizado com um fatorial 3(rotas)x2(uso de adjuvantes). As diferentes rotas mostraram variações no consumo de bateria, onde a rota transversal obteve a menor média de consumo, o que ocorre devido à menor necessidade de manobras. Esse conhecimento será útil para o melhor rendimento operacional para trabalhos com drones, no entanto, fatores como qualidade da pulverização, tipo/modelo do drone deverão ser analisados em trabalhos futuros.

Palavras-chave: Drone; VANT; Cafeicultura.

1. INTRODUÇÃO

Os veículos aéreos não tripulados (VANTS) ou drones, são utilizados na agricultura para obtenção de imagens e pulverização aérea. Estes equipamentos possuem diversas vantagens, a realização da pulverização em locais de difícil acesso por vias terrestres (CARLESSO; BARIVIERA, 2022), à exemplo das lavouras de café do Sul de MG, caracterizadas por se encontrarem em terrenos acidentados (GARCIA, 2020).

Atualmente o objetivo dos estudos estão focados em avaliar a eficiência da pulverização, a redução de deriva e os impactos ambientais (KNOELLER; JUNIOR; VARELLA, 2022; SALATTA JUNIOR, 2023), porém, o consumo da bateria, aumenta a autonomia de vôo e é carente na literatura.

As recargas frequentes, especialmente em grandes operações, resulta em paradas que afetam a eficiência, o que evidencia a importância de desenvolver estratégias de gerenciamento de tempo e logística para maximizar o uso dessas tecnologias (GONÇALVES, 2023).

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar o consumo de bateria com diferentes rotas de pulverização com e sem uso de adjuvante em lavoura de café.

¹ Orientador, IFSULDEMINAS – Muzambinho – gustavo.miranda@muz.ifsuldeminas.edu.br

² Bolsista Engenharia Agronômica, IFSULDEMINAS Muzambinho - igor.otavio@alunos.ifsuldeminas.edu.br.

³ Discente do curso de Engenharia Agronômica, IFSULDEMINAS Muzambinho – guilherme.bueno@alunos.ifsuldeminas.edu.br

⁴ Discente do curso de Engenharia Agronômica, IFSULDEMINAS Muzambinho – guilherme.leite@alunos.ifsuldeminas.edu.br

⁵ Discente do curso de Engenharia Agronômica, IFSULDEMINAS Muzambinho – bruno.garrido@alunos.ifsuldeminas.edu.br

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em lavoura de café localizada no IFSULDEMINAS *Campus* Muzambinho, em Muzambinho/MG, com coordenadas geográficas 21°20'36.16"S de latitude e 46°31'35.98"O de longitude e altitude aproximada de 1000 m..

Para o mapeamento da área experimental, foi utilizado o drone DJI AIR2S. O processamento das imagens e o planejamento de vôo foram realizados por meio do DJI Terra. Para a pulverização, utilizou-se o drone DJI Agras T10 (DJI, 2020).

O delineamento inteiramente casualizado foi montado em esquema de fatorial 3x2 com quatro repetições, sendo os fatores tipos de rotas (transversal, linear e diagonal) com uso ou não de adjuvante. O experimento foi conduzido em uma área de 0,095 hectares para cada tratamento e os voos do drone foram realizados a uma altura de 4 metros em relação ao solo e com a velocidade de 11 km/h. Foram avaliadas diferentes rotas de pulverização, sendo elas: rota linear, transversal e diagonal às linhas de cafeeiro. Durante os vôos a velocidade do vento estava entre 2,5 e 4,5km/h em horários acima de 16h.

O consumo de bateria foi estimado para uma área de 1ha, levando em consideração o consumo de bateria (%) observado no visor do controle do drone durante a pulverização somente, ou seja, o consumo de bateria gasto entre o Home Point e o início ou fim da área pulverizada foi desprezado. Calculou-se a média de consumo para cada rota testada. Em seguida, foram realizadas análises comparativas das diferentes rotas de pulverização quanto ao consumo de bateria. Ressalta-se que o retorno ao Home Point deve ser com 30% de sua carga, ou seja, 70% de sua bateria é para decolar e pulverizar. Assim, foi considerado que a carga da bateria para cálculo seria utilizada com 70% útil.

Para análise estatística utilizou-se o teste F e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-knott ao nível de 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 1. Porcentagem (%) de gasto de bateria/ha em diferentes rotas de pulverização com e sem uso de adjuvante. Muzambinho/2024.

Tipos de voo	Uso de adjuvante		
	Com	Sem	Médias
Linear	284,0(%) bB	242,0(%) bA	263,0(%) b
Transversal	242,0(%) aB	231,0(%) aA	236,5(%) a
Diagonal	305,0(%) cB	263,0(%) cA	284,0(%) c
Médias	277,0(%) B	245,33(%) A	261,17(%)
CV(%)		1,64%	
Pr>fc (vôo)		0,0000	
Pr>fc (adjuvante)		0,0000	
Pr>fc (adj/linear)		0,0000	
Pr>fc (adj/transversal)		0,0019	
Pr>fc (adj/diagonal)		0,0000	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferenciam entre si pelo teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade.

Os resultados indicaram que o consumo de bateria na rota transversal foi menor, e o consumo de bateria para a rota diagonal foi maior. Já o consumo de bateria da rota linear que é utilizada frequentemente nas pulverizações de cafeeiro, mostrou-se intermediário para o consumo de bateria.

Considerando 70% da carga da bateria sendo útil, ao dividir 284% (média dos voos diagonais) por 70% (número de vôo úteis) verificou-se o uso de mais de 4 baterias cheias para realizar esta pulverização com o drone agrícola. Portanto, ao observar na tabela 1 verifica-se que em todos os casos, serão necessárias 3 recargas de bateria, exceto para o vôo diagonal com adjuvante que gastará ainda 5% de bateria para terminar a pulverização na área.

Quanto à interferência do uso do adjuvante nas rotas de pulverização, observou-se que aumentou o consumo de bateria em todas as rotas de vôo de drone.

Para colaborar com a interpretação dos resultados da tabela 1, criou-se a tabela 2 com intuito de observar o número de manobras estimadas para os diferentes tipos de rota de voo sobre a lavoura. No entanto, entende-se que o formato dos talhões irá interferir diretamente nos resultados de consumo de bateria, por interferir no número de manobras realizadas, assim reduzindo a eficiência de trabalho e autonomia de vôo.

Tabela 2. Número de manobras/ha em diferentes rotas de pulverização com e sem uso de adjuvante. Muzambinho/2024.

Tipos de voo	Uso de adjuvante		
	Com	Sem	Médias
Linear	99,75 bB	87,50 aA	93,62 a
Transversal	88,50 aA	101,25 bB	94,87 a
Diagonal	201,0 cB	166,50 cA	183,75 b
Médias	129,75 B	118,42 A	124,08
CV(%)		4,32%	
Pr>fc (vôo)	0,0000		
Pr>fc (adjuvante)	0,0001		
Pr>fc (adj/linear)	0,0046		
Pr>fc (adj/transversal)	0,0034		
Pr>fc (adj/diagonal)	0,0000		

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferenciam entre si pelo teste de Scott-Knott à 5% de probabilidade.

Ao observar a tabela 2, percebe-se que o vôo diagonal obteve maior número de manobras quando comparado aos outros tipos de vôo (linear e transversal), que obtiveram resultados estatisticamente iguais para número de manobras.

Este resultado deve ter interferido no consumo de bateria apresentado na Tabela 1, pois em ambos os resultados o sentido de vôo diagonal obteve maiores valores quando comparado aos vôos linear e transversal. Deve-se ressaltar que as variações de consumo em uma mesma área, acontecem, principalmente, em função da menor necessidade de manobras. Quando o drone realiza menos curvas

e ajustes na rota, o consumo de energia é menor. Isso sugere que nas condições da lavoura estudada, a rota transversal e linear tende a consumir menos bateria, uma vez que as “linhas” de pulverização são maiores, resultando em um menor número de manobras.

Para Jorge e Inamasu (2014), os drones alimentados por baterias possuem autonomia limitada, principalmente quando se aumenta o peso de decolagem. Com curta duração do voo, é necessário adquirir um múltiplo número de baterias para trabalho quase contínuo. Segundo Slongo, Moraes e Venturini (2018), outro empecilho está em recarregar as baterias em campo, enquanto seus usuários dão prioridade à facilidade de transporte, manuseio e manutenção.

Este estudo ressalta a importância do planejamento de pulverização visando menor gasto energético, considerando as condições da lavoura. No entanto, deve-se atentar também à qualidade da aplicação em cada rota, como a distribuição de insumos nos diferentes terços do cafeeiro.

4. CONCLUSÕES

- O uso de adjuvante aumenta o consumo de bateria na pulverização do drone DJI Agras T10.
- A rota de pulverização transversal proporciona menor consumo de bateria pelo drone DJI Agras T10.
- A rota de pulverização diagonal aumenta o número de manobras na área cafeeira.

5. REFERÊNCIAS

- CARLESSO, J. A.; BARIVIERA, R. **Avaliação da qualidade de pulverização com drones, utilizando diferentes vazões, velocidades e faixa de aplicação.** (Trabalho de Conclusão de Curso) Bacharelado em Agronomia, Instituto Federal de Santa Catarina, São Miguel do Oeste/SC, 2022.
- **DJI. DJI AGRAS T10 - Especificações.** 2020. Disponível em: <https://www.dji.com/br/t10/specs>. Acesso em 01 set 2024.
- GARCIA, Y. M.; CAMPOS, S.; TAGLIARINI, F. S. N.; CAMPOS, M.; RODRIGUES, B. T. Declivity of Land and Potential for Agricultural Mechanization of the Hydrographic Basin of Pederneiras Stream - Pederneiras/Sp. **Revista Brasileira de Engenharia de Biossistemas**, Tup, v. 14, n. 1, p. 62–72, 2020. DOI: 10.18011/bioeng2020v14n1p62-72.
- GONÇALVES, B. **Vantagens e desvantagens de drones, pulverizadores terrestres e aviões agrícolas.** Agro CR, Cascavel, PR. 2023.
- JORGE, L. A. de C.; INAMASU, R. Y. **Uso de veículos aéreos não tripulados (VANT) em agricultura de precisão.** EMBRAPA, 2014.
- KNOELLER, L. L. N.; JUNIOR, S. G.; VARELLA, W. A. Desenvolvimento de um drone de baixo custo para aplicação na agricultura. In: **13º CONGRESSO DE INOVAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO IFSP.** 2022.
- SALATTA JUNIOR, A. B. **Acurácia e precisão de calibração na pulverização com drones.** 2023. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2023.
- SLONGO, A. G.; MORAES, D. N.; VENTURINI, M. S. Definição de Requisitos de Projeto para um Veículo Aéreo Não Tripulado (Vant) para Pulverização Agrícola. **II Congresso Aeroespacial Brasileiro**, Santa Maria, RS: Universidade Federal de Santa Maria, 2018.