

VIII CONGRESSO NORDESTINO DE ENGENHARIA FLORESTAL

27 a 30 de agosto de 2025

Maceió, AL

AVALIAÇÃO DO USO DE DRONES DE BAIXO CUSTO EM LEVANTAMENTOS FOTOGRAMÉTRICOS PARA MAPEAMENTO FLORESTAL

Gabriel de Sousa Coelho¹; Larissa Rodrigues de Almeida²; Cristiane Matos da Silva³; Wilson Araújo da Silva⁴.

1. Centro de Ciências Agrarias/Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, e-mail: gabriel.coelho@uemasul.edu.br;
2. Centro de Ciências Agrarias/Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão, e-mail: larissa.almeida@uemasul.edu.br;
3. Centro de Ciências Agrarias/Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão/Campus Imperatriz, e-mail: cristiane.silva@uemasul.edu.br;
4. Centro de Ciências Agrarias/Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão/ Campus Imperatriz, e-mail: wilson@uemasul.edu.br;

RESUMO

O presente estudo avaliou a viabilidade técnica e econômica do uso de drones de baixo custo, equipados com câmeras RGB, na geração de produtos cartográficos aplicados ao mapeamento florestal. A pesquisa foi conduzida em uma área aberta no município de Carolina (MA), onde foram realizadas missões automatizadas com um drone DJI Mini 2, totalizando 117 imagens aéreas, captadas com sobreposição planejada. Os dados foram processados no software livre OpenDroneMap, resultando em ortomosaico georreferenciado, modelo digital de superfície e nuvem de pontos com aproximadamente 14 milhões de pontos. Os indicadores técnicos evidenciaram um GSD de 1,3 cm/pixel, erro médio de reprojeção de 1,09 pixels e erro de posicionamento GPS de 0,43 m. Mesmo sem pontos de controle terrestre (GCPs), os produtos apresentaram acurácia compatível com aplicações em escala local, como inventário florestal, monitoramento de cobertura vegetal e planejamento de manejo. A ausência de vegetação densa contribuiu para os bons resultados, mas o estudo discute adaptações metodológicas necessárias para ambientes florestais mais complexos. Conclui-se que drones comerciais acessíveis, aliados a metodologias bem definidas e softwares livres, representam uma alternativa viável para a democratização do monitoramento geoespacial florestal. Essa abordagem pode fortalecer ações de gestão ambiental em pequenas propriedades, projetos de restauração e programas de manejo sustentável, promovendo eficiência, redução de custos e inclusão tecnológica no setor florestal.

Palavras-chave: Geotecnologia; Sensoriamento remoto; Planejamento de manejo; Monitoramento florestal.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, os avanços em geotecnologias impulsionaram transformações significativas nas práticas de monitoramento e manejo de áreas florestais. Os Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs), popularmente conhecidos como drones, vêm se destacando como ferramentas eficientes no suporte à silvicultura de precisão, mapeamento temático, inventário florestal e fiscalização ambiental (Silva *et al.*, 2021; Souza *et al.*, 2020). Tais tecnologias permitem a aquisição de imagens aéreas de alta resolução com frequência, flexibilidade e baixo custo, otimizando a coleta de dados em áreas de difícil acesso e reduzindo a dependência de métodos convencionais mais onerosos.

O uso de drones de baixo custo associados a câmeras RGB tem se expandido devido à sua praticidade e à possibilidade de gerar ortofotos, modelos digitais de elevação e nuvens de pontos com precisão satisfatória. Segundo Silva (2023), esses equipamentos possibilitam imagear e analisar cultivos e áreas vegetadas em tempo real, promovendo um diagnóstico rápido e eficiente da paisagem, o que é especialmente útil no contexto florestal. Além disso, os dados gerados podem ser integrados a Sistemas de Informação Geográfica (SIG), facilitando análises multitemporais e decisões técnicas no manejo florestal (Gonçalves, 2021).

VIII CONGRESSO NORDESTINO DE ENGENHARIA FLORESTAL

27 a 30 de agosto de 2025

Maceió, AL

Apesar das vantagens, ainda existem desafios, especialmente em florestas densas, onde o sombreamento e a cobertura do dossel dificultam a obtenção de dados precisos. Nesses casos, ajustes como sobreposição de imagens e altitude de voo tornam-se essenciais (Santos *et al.*, 2021). Diante desse cenário, o presente estudo avaliou a viabilidade técnica e econômica do uso de drones comerciais de baixo custo com sensores RGB em levantamentos fotogramétricos para fins de mapeamento florestal, visando contribuir com alternativas acessíveis ao monitoramento geoespacial no setor.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em uma propriedade no município de Carolina – MA, escolhida por sua localização distante de aeroportos e facilidade na autorização de voo.



Figura 1. Localização da área florestal utilizada no experimento.

As imagens aéreas foram captadas com um drone DJI Mini 2. As missões foram planejadas com o software Drone Harmony, definindo altura de voo de 50 m AGL, sobreposição frontal de 75%, lateral de 65%, velocidade de 4 m/s e direção das linhas de varredura.

O processamento das imagens foi feito no OpenDroneMap (versão 3.2.1), com filtragem inicial das fotos defeituosas. Em seguida, foi realizada a reconstrução da nuvem de pontos, geração dos Modelos Digitais de Superfície (DSM) e de Terreno (DTM), e criação do ortomosaico georreferenciado. Utilizou-se também o módulo de classificação de imagem para elaborar mapas temáticos da vegetação.

A qualidade dos produtos foi avaliada por meio da densidade da nuvem de pontos e o GSD (Ground Sampling Distance). A comparação com imagens do Google Earth Pro confirmou o ganho de detalhe e a identificação de feições florestais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O voo teste foi executado com êxito, cobrindo uma área de aproximadamente 0,0061 km² em ambiente aberto, com baixa interferência de cobertura vegetal densa e ausência de obstáculos verticais significativos. A operação resultou na captura de 117 imagens georreferenciadas, com aproveitamento integral no processamento (100%), o que evidencia a eficiência da estratégia de sobreposição adotada. O tempo total de captura foi de cerca de 6 minutos, enquanto o processamento completo dos dados no OpenDroneMap (ODM) levou aproximadamente 50 minutos.

VIII CONGRESSO NORDESTINO DE ENGENHARIA FLORESTAL

27 a 30 de agosto de 2025

Maceió, AL

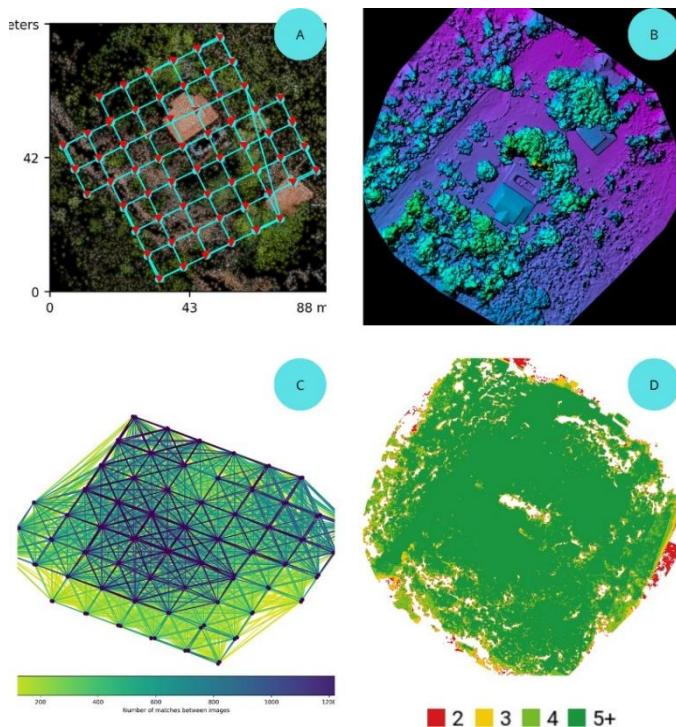


Figura 2: A. Centralização das capturas fotográficas; B. Modelo de superfície digital; C. Triangulação das imagens e detecção de pontos; D. Erros latentes

Durante o processamento com o drone DJI Mini 2 e o software OpenDroneMap, foram gerados diversos produtos cartográficos relevantes, como ortomosaico, nuvem de pontos densa (contendo cerca de 14 milhões de pontos), Modelo Digital de Superfície (DSM) e visualizações 3D da área mapeada (Figura 2). A etapa de correspondência de imagens apresentou elevada consistência, com densidade de malha e taxa de matching adequadas para ambientes homogêneos, conforme indicado pelo gráfico de conexões.

Os principais indicadores técnicos apurados foram: Ground Sample Distance (GSD) de 1,3 cm/pixel, erro médio de reprojeção de 1,09 pixels e erro médio de posicionamento GPS de 0,43 m. A análise concluiu que a abordagem é tecnicamente viável, demonstrando que, mesmo na ausência de pontos de controle terrestre (GCPs), os produtos gerados apresentam acurácia e resolução compatíveis com aplicações de mapeamento em pequena escala, com qualidade satisfatória. Contudo, o estudo ressalta que a ausência de vegetação densa contribuiu para o bom resultado e que, para cenários mais complexos, adaptações como o uso de GCPs, maior sobreposição de imagens e ajuste de altitude de voo seriam imprescindíveis.

Do ponto de vista econômico, a comparação entre, drones acessíveis como o DJI Mini 2, atualmente disponível por cerca de R\$ 5.000, e modelos avançados como o Mavic 3 Multiespectral, cujo preço ultrapassa os R\$ 40.000, evidencia o excelente custo-benefício das soluções de baixo custo, especialmente quando integradas a softwares livres de processamento. Mesmo com autonomia de voo e resolução inferiores, plataformas mais simples entregam imagens adequadas para monitoramento florestal em áreas menores, viabilizando sua adoção por pequenos produtores, projetos comunitários e propriedades de médio porte. Com investimento inicial de aproximadamente R\$ 5.000 e mínima logística, a tecnologia se torna acessível, reduzindo significativamente os gastos operacionais e promovendo uma gestão ambiental mais inclusiva e sustentável.

CONCLUSÕES

O estudo demonstrou a viabilidade do uso de drones de baixo custo como ferramenta de apoio ao mapeamento e monitoramento de áreas florestais. A aplicação prática em ambiente aberto resultou na geração de produtos cartográficos com qualidade satisfatória, mesmo na ausência de sensores especializados ou infraestrutura



VIII CONGRESSO NORDESTINO DE ENGENHARIA FLORESTAL

27 a 30 de agosto de 2025

Maceió, AL

avançada. A metodologia, baseada em plataformas acessíveis e software livre, se mostrou eficaz para subsidiar o planejamento e a gestão florestal em contextos locais.

A aplicação em áreas com baixa complexidade vegetal reforça o potencial do método para reflorestamentos, propriedades rurais e projetos comunitários. No entanto, para uso em florestas densas ou ambientes com maior variação topográfica, recomenda-se a incorporação de pontos de controle terrestre, ajustes na altitude de voo e maior sobreposição das imagens.

Em síntese, a integração entre drones comerciais, fotogrametria digital e geotecnologias pode contribuir significativamente para o avanço da engenharia florestal, promovendo uma gestão territorial mais precisa, sustentável e acessível. Essa abordagem fortalece a inclusão tecnológica de pequenos e médios produtores, contribuindo para a conservação dos recursos naturais e para o monitoramento eficiente dos ecossistemas florestais.

REFERÊNCIAS

- GONÇALVES, J. V. F. **Validação do cálculo de volume erodido com fotos de drone como ferramenta para estudo de impacto ambiental:** estudo de caso. Universidade Estadual de Londrina, 2021. Disponível em: <<https://www.uel.br/>>. Acesso em: 9 maio 2025.
- OPENDRONEMAP. ***OpenDroneMap: Structure-from-Motion Workflow.*** 2023. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/>>. Acesso em: 9 maio 2025.
- SANTOS, J. V., *et al.* Desafios do uso de VANTS em ambientes florestais densos: limitações técnicas e metodológicas. **Scientia Forestalis**, v. 49, p. 167–178, 2021.
- SILVA, L. S., *et al.* Fotogrametria com imagens adquiridas com drones: do plano de voo ao modelo 3D. Brasília, DF: LaSUS FAU: Editora UnB, 2021. Disponível em: <<https://www.rlbea.unb.br/>>. Acesso em: 9 maio 2025.
- SILVA, M. A., *et al.* Geotecnologias aplicadas ao monitoramento florestal com drones. **Revista Floresta**, v. 51, 411–422, 2021.
- SILVA, W. A.; MOTA FILHO, E. M.; SILVA, C. M.; SILVA, A. R. Mapeamento ambiental com drones de baixo custo. In: OLIVEIRA, A. B.; SILVA, M. F.; ORLANDA, J. F. F.; OLIVEIRA, J. D.; SILVA, A. R. (org.). **Ciências Ambientais no Ecótono Amazônia-Cerrado Maranhense**. Imperatriz: Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão – UEMASUL, Cap. 19, p. 212–222, 2023.
- SOUZA, C. M. et al. Aplicações de VANTS no monitoramento florestal: avanços e desafios. **Revista Brasileira de Geotecnologias**, v. 9, n. 2, p. 45–60, 2020.