

A UTILIZAÇÃO DE DRONES NA TOPOGRAFIA PARA OPERAÇÕES DE MINERAÇÃO

THE USE OF DRONES IN SURVEYING FOR MINING OPERATIONS

Abner Augusto Alves Barbosa¹, Aleph Victor Alves Barbosa²

Recebido em: 01.11.2024

Aprovado em: 13.12.2024

Resumo: A crescente demanda por recursos minerais e a necessidade de operações minerárias mais seguras e eficientes têm impulsionado a adoção de drones na topografia para mineração. Este trabalho explora como essa tecnologia contribui para o aprimoramento das atividades de planejamento, monitoramento e gestão das operações. Ao substituir ou complementar métodos convencionais de levantamento, os drones oferecem precisão elevada, reduzindo custos operacionais e o tempo de execução. Equipados com câmeras de alta resolução e sensores como o LiDAR, os drones possibilitam a coleta de dados geoespaciais detalhados e tridimensionais de áreas extensas, incluindo regiões de difícil acesso, sem a necessidade da presença física de profissionais em campo. Essa capacidade não só melhora a qualidade das informações obtidas como também aumenta a segurança dos trabalhadores ao minimizar sua exposição a áreas perigosas. A pesquisa avalia os benefícios do uso de drones na mineração, discutindo os ganhos em produtividade, segurança e sustentabilidade, além de abordar as limitações e os desafios regulatórios para sua implementação no setor minerário brasileiro.

Palavras-chave: mineração; drones; topografia; planejamento; monitoramento; segurança.

¹ Aluno FAMIG.

² Aluno FAMIG.

Abstract: The increasing demand for mineral resources and the need for safer, more efficient mining operations have driven the adoption of drones in mining surveying. This study explores how drone technology enhances planning, monitoring, and management activities in mining operations. By replacing or complementing traditional surveying methods, drones offer high accuracy, operational cost reductions, and faster data collection. Equipped with high-resolution cameras and sensors like LiDAR, drones enable the capture of detailed, three-dimensional geospatial data across large areas, including challenging or inaccessible regions, without the need for field personnel. This capability not only improves data quality but also enhances worker safety by minimizing their exposure to hazardous zones. The research assesses the benefits of using drones in mining, discussing improvements in productivity, safety, and sustainability, and addressing the regulatory challenges and limitations involved in their implementation within the Brazilian mining sector.

Keywords: mining; drones; surveying; planning; monitoring; safety.

1 INTRODUÇÃO

Com o crescimento contínuo da demanda por recursos minerais e a expansão das operações minerárias buscando suprir essa demanda, torna-se evidente o importante papel que a topografia desempenha na mineração, fornecendo dados essenciais para o planejamento, monitoramento e gestão dessas operações. Nos últimos anos, a utilização de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT) para levantamentos topográficos revolucionou a mineração. Popularmente conhecidos como “drones”, a inclusão dessa tecnologia permitiu a aquisição de grandes quantidades de dados geoespaciais, fornecendo informações valiosas que ajudam a otimizar os processos de exploração e extração mineral, garantindo maior eficiência e segurança nas atividades mineradoras (Tuler; Saraiva, 2014).

Drones equipados com diferentes tipos de sensores têm se mostrado ferramentas cruciais, capazes de superar as limitações que os métodos de levantamento topográfico convencional possuem. Esses métodos tradicionais, muitas vezes, exigem a presença física de equipes em campo, o que pode ser perigoso e demorado, especialmente em terrenos acidentados ou de difícil acesso. Além disso, os métodos convencionais costumam demandar mais tempo para a coleta e processamento dos dados, o que pode atrasar decisões críticas em ambientes onde é necessário dinamismo (Merrett, 2023).

Diante do exposto, o presente trabalho visa demonstrar como a utilização de drones para a aquisição de dados topográficos não só melhora a eficiência e a velocidade dos levantamentos, como também possibilita uma significativa redução de custos e tempo e aumento da segurança. A capacidade dos drones de capturar dados detalhados e precisos em menos tempo, e de acessar áreas inacessíveis ou perigosas, oferece uma vantagem competitiva inegável. A análise automatizada dos dados capturados por drones também facilita a rápida geração de modelos digitais de terreno, mapas tridimensionais e outras representações geoespaciais, aprimorando a gestão e o monitoramento contínuo das operações minerárias.

2 METODOLOGIA

Este estudo avaliou a eficiência de drones em comparação com métodos convencionais de levantamento, considerando o tempo, a precisão e o custo envolvidos em operações minerárias. Equipados com sensores avançados, drones

conseguem realizar levantamentos precisos de áreas extensas, gerando dados geoespaciais detalhados e modelos digitais do terreno. Conforme destacado por Tuler e Saraiva (2014), os drones são capazes de cobrir grandes áreas com uma precisão e rapidez que métodos tradicionais muitas vezes não conseguem alcançar. Além disso, foram avaliadas as capacidades específicas dos sensores LiDAR e GNSS integrados a drones, que, por sua vez, permitem não apenas maior precisão em levantamentos tridimensionais, mas também monitoramentos em áreas densamente vegetadas.

O estudo também inclui uma análise dos principais desafios regulatórios e técnicos enfrentados no Brasil para a implementação dessa tecnologia, seguindo normas estabelecidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2021). A metodologia abordou, ainda, o uso de drones em conjunto com softwares de processamento de imagens e modelagem digital de elevação, fundamentais para a análise de volumes e o controle da estabilidade de encostas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O uso de drones para levantamento na mineração tem mostrado vantagens significativas em comparação aos métodos tradicionais. O LiDAR, por exemplo, possibilita a captura de dados sob a vegetação, o que é crítico em áreas de difícil acesso. Esse sensor fornece dados tridimensionais detalhados que permitem o monitoramento de encostas e o cálculo preciso de volumes de minério (Coelho et al., 2019). Além disso, o uso de fotogrametria aérea com drones permite a criação de ortomosaicos e Modelos Digitais de Elevação (MDE), que são fundamentais para o planejamento operacional (Soares et al., 2024). Esses modelos permitem uma visualização detalhada da superfície, oferecendo uma base confiável para o planejamento de áreas de escavação e movimentação de solo.

Em termos econômicos, os drones oferecem uma redução significativa nos custos operacionais ao diminuir a necessidade de grandes equipes em campo e permitir levantamentos rápidos, como destacado em estudos de caso com mineradoras de calcário, que observaram uma redução de até 50% nos custos (Wegen, 2018). A possibilidade de monitoramento contínuo das operações melhora a gestão de riscos e possibilita intervenções rápidas em situações de instabilidade geológica, permitindo também o cumprimento das regulamentações ambientais e de segurança, pois

possibilita monitorar áreas de preservação e de risco, como indicado pelo IBRAM (2023).

4 DESAFIOS E LIMITAÇÕES

Apesar dos benefícios, a operação de drones enfrenta desafios, como as limitações de autonomia de voo e a necessidade de manutenção constante em ambientes adversos. Em minas a céu aberto, onde a exposição à poeira e a variações extremas de temperatura são constantes, a vida útil dos drones pode ser reduzida, exigindo cuidados redobrados (Neto; Breunig, 2019). A regulamentação para o uso de drones no Brasil ainda impõe restrições que podem dificultar a adoção por empresas de menor porte, que muitas vezes enfrentam dificuldades para cumprir os requisitos da ANAC e do DECEA (Mendes, 2019).

Outros obstáculos incluem as exigências legais para o armazenamento seguro de dados e a proteção das informações coletadas, que são sensíveis no setor minerário. A segurança e privacidade das informações geoespaciais são uma preocupação crescente, e as empresas devem garantir a conformidade com normas específicas de segurança e privacidade. A capacitação técnica das equipes também representa um desafio, pois o uso eficaz de drones demanda conhecimentos em sistemas de navegação, processamento de dados e integração desses dados em sistemas de monitoramento e gestão, conforme abordado por Tuler e Saraiva (2014).

5 CONCLUSÃO

A utilização de drones na topografia para mineração mostrou-se uma ferramenta promissora e eficaz para otimizar o planejamento, o monitoramento e a gestão de operações no setor minerário.

Ao longo deste trabalho, ficou evidente que os drones, equipados com sensores de alta precisão, como câmeras de alta resolução e sensores LiDAR, têm transformado o modo como as empresas mineradoras realizam levantamentos topográficos, permitindo maior eficiência, segurança e redução de custos operacionais.

Em resumo, a incorporação de drones na topografia mineradora não apenas aprimora a precisão dos levantamentos, mas também proporciona ganhos de produtividade, segurança e sustentabilidade, transformando a mineração em uma atividade cada vez

mais eficiente e alinhada com as práticas de responsabilidade social e ambiental. Assim, a pesquisa realizada neste trabalho contribui para a compreensão dos impactos positivos e desafios dessa tecnologia, incentivando novas pesquisas e o desenvolvimento de soluções que facilitem a implementação e o avanço do uso de drones na mineração brasileira e global.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13133: Execução de levantamento topográfico**. Rio de Janeiro, 2021.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Normas Reguladoras de Mineração (NRM)**. Portaria n.º 237, de 18 de outubro de 2001. Disponível em: <https://www.dnpm-pe.gov.br/Legisla/nrm_17.htm>. Acesso em: 06 set. 2024.

COELHO, Marina de Oliveira; MARTINS, George Deroco; GALLIS, Rodrigo de Araújo Bezerra. **Quantificação do volume de minérios em pilha a partir da integração e comparação topografia/fotogrametria**. Anuário do Instituto de Geociências, v. 42, n. 1, 2019. Disponível em: <<https://ppegeo.igc.usp.br/portal/wp-content/uploads/tainacan-items/1974/65143/13137-17447-1-SM.pdf>>. Acesso em: 05 out. 2024.

IBRAM - Instituto Brasileiro de Mineração. **Relatório Anual de Produção e Desempenho do Setor de Mineração no Brasil 2023**. Brasília: IBRAM, 2023. Disponível em: <<https://www.ibram.org.br/relatorios-de-atividades>>. Acesso em: 25 ago. 2024.

MENDES, Fernando Lúcio. **Emprego de drones por órgãos públicos: proposta de adoção de sistema integrado para gestão e operações com aeronaves não tripuladas**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Araranguá, Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação, Araranguá, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/214609>>. Acesso em: 05 out. 2024.

MERRETT, Peter. **What Are Mining Surveys & How Are They Performed?**. Merrett Survey, 9 fev. 2023. Disponível em: <<https://merrettsurvey.com/news/what-are-mining-surveys>>. Acesso em: 4 nov. 2024.

NETO, Rafael Jeronimo de Almeida; RAMOS, Angélica Paiva. **Mapeamento de superfícies topográficas com uso de drones e técnicas de aerofotogrametria**. RECIMA21: Revista Científica Multidisciplinar, v. 4, n. 5, 2023. Disponível em: <<https://recima21.com.br/index.php/recima21/article/view/3157/2297>>. Acesso em: 05 out. 2024.

NETO, Rorai Pereira Martins; BREUNIG, Fábio Marcelo. **Drones e Ciência: Teoria e aplicações metodológicas**. Santa Maria: FACOS-UFSM, 2019, p. 68. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Fabio-Breunig/publication/332911581_DRONES_E_CIENCIA_Teoria_e_aplicacoes_metodologicas/links/5cd1c2d0458515712e98a76b/DRONES-E-CIENCIA-Teoria-e-aplicacoes-metodologicas.pdf#page=68>. Acesso em: 05 out. 2024.

SOARES, Gustavo Barbosa; SILVA, Herbert Souza; MATA, Jônatas Franco Campos da. **Revisão acerca da utilização de aeronaves remotamente pilotadas (RPA) na indústria da mineração**. Revista Foco, v. 17, n. 8, 2024. Disponível em: <<https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/view/6015/4346>> Acesso em: 18 out. 2024.

TULER, Marcelo; SARAIVA, Sérgio. **Fundamentos de Topografia**. Bookman Editora, 2014.