



Gestão & Gerenciamento

A UTILIZAÇÃO ESTRATÉGICA DE DRONES NA OTIMIZAÇÃO DA PERFORMANCE DE OBRAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

*THE STRATEGIC USE OF DRONES TO OPTIMIZE THE PERFORMANCE OF
CONSTRUCTION PROJECTS*

Alexandra Thays Rodrigues da Silva

Pós-graduanda em Planejamento, Gestão e Controle de Obras Civas; Escola Politécnica
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil;

alexandra-thays@hotmail.com

Rafael Felipe Teixeira Rodrigues

Mestrando em Engenharia Urbana; Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro,
RJ, Brasil;

rafaelftr@poli.ufrj.br

Resumo

O emprego de tecnologias avançadas, como drones, na indústria da construção civil já constitui uma realidade consolidada, com expansão contínua à medida que aumentam as demandas do setor e se reduzem os investimentos necessários. Este artigo apresenta uma revisão da literatura sobre a aplicação de drones na construção civil, com o objetivo de explorar suas utilizações em atividades de mapeamento topográfico, gestão e monitoramento do progresso de obras, além de inspeções visuais de alta resolução voltadas para o controle de qualidade e segurança nos postos de trabalho. A metodologia adotada fundamenta-se em uma revisão bibliográfica que abrange desde as primeiras aplicações de drones para fins militares, configurações e modelos, até as características que os tornaram essenciais a otimização dos processos construtivos e o aumento da lucratividade empresarial no setor da construção civil no Brasil, promovendo maior celeridade na tomada de decisões. Adicionalmente, são destacadas as principais legislações nacionais que regulamentam seu uso para fins comerciais.

Palavras-chaves: Drones; Construção Civil; Gestão.

Abstract

The use of advanced technologies, such as drones, in the construction industry is already an established reality, with continuous expansion as sector demands increase and necessary investments decrease. This article presents a literature review on the application of drones in construction, with the objective of exploring their uses in activities such as topographic mapping, project management, and monitoring of construction progress, as well as high-resolution visual inspections aimed at quality control and safety in the workplace. The methodology adopted is based on a bibliographic review covering the earliest military applications of drones, their configurations and models, and the characteristics that have made them essential for optimizing construction processes and increasing business profitability in the construction sector in Brazil, facilitating faster decision-making. Additionally, the main national regulations governing their commercial use are highlighted.

Keywords: Drones; Construction; Management.

1 Introdução

A indústria da construção civil desempenha um papel crucial no desenvolvimento e crescimento da economia brasileira. Segundo dados do CAGED, o setor emprega atualmente 2,9 milhões de trabalhadores e responde por 13% dos empregos formais no país em 2024 (ABRAINC, 2024). Incentivos do governo federal, por meio de políticas de habitação como o Programa 'Minha Casa, Minha Vida', além de obras de infraestrutura e grandes eventos esportivos, têm impulsionado o crescimento do setor (NUNES *et al.*, 2020).

A indústria da construção civil, amplamente reconhecida por seu caráter conservador e tradicional, vem sendo influenciado pelo aumento da concorrência e pelos efeitos da globalização. Essas transformações têm promovido a introdução de novas tecnologias, técnicas construtivas e ferramentas avançadas de controle e gestão. Nesse contexto, observa-se uma crescente ênfase na necessidade de aumento da eficiência, na melhoria contínua da qualidade dos produtos e na otimização dos custos (AYMORÉS; MOTTA, 2021).

A evolução da tecnologia é primordial para melhorar significativamente a performance da produtividade da construção civil. Nesse contexto, o uso de drones tem se mostrado uma alternativa promissora, oferecendo benefícios significativos para as empresas

do setor (JACOBY, 2022). O uso de drones na construção facilita atividades como planejamento, monitoramento de obras, levantamento topográfico e inspeção de segurança, tornando os processos mais eficientes e menos onerosos. Um dos aspectos mais importantes do uso de drones é o monitoramento em tempo real do canteiro de obras, possibilitando tomada de decisões mais rápidas (Y1LD1Z; K1VRAK; ARSLAN, 2021).

No Brasil, a operação de drones é regulada pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). Conforme informações do RIMA Aviação, o número de solicitações de voos de drones cresceu cerca de 40% em 2023, destacando o crescimento dessa tecnologia para fins comerciais e recreativos. De acordo com a (ANAC, 2024), drones com peso superior a 250 gramas precisam ser registrados no Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), e seus operadores devem possuir licença de voo, obtida após a conclusão de curso teórico e prático em instituições de aviação certificadas (RIMA, 2024).

Assim, o presente estudo tem como objetivo principal analisar as aplicações de drones na literatura, explorando seu potencial no setor da construção civil. Busca-se evidenciar como essa tecnologia pode contribuir para o aumento da produtividade, a melhoria na gestão de obras e a redução de erros e retrabalhos. Pesquisas apontam um crescimento expressivo na adoção de drones no setor da construção civil no Brasil, sugerindo um futuro promissor para sua aplicação. A tecnologia se destaca como uma boa prática capaz de otimizar o planejamento e o monitoramento de obras, proporcionando maior eficiência e controle operacional.

2 Revisão Bibliográfica

2.1 A tecnologia na construção civil

De acordo com (FEITAL, 2017), uma inovação tecnológica que vem gradualmente ocupando um espaço significativo na construção civil é o uso de drones, também denominado Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT). Inicialmente desenvolvida para aplicações militares nos Estados Unidos, essa tecnologia foi utilizada em operações de guerra com o objetivo de realizar atividades de missões de reconhecimento, minimizando a exposição de soldados a situações de risco. Mas com o passar dos anos, o emprego dos drones expandiu-se para diversas áreas, como mineração, agricultura, medicina, ecologia, transporte e construção civil (SZÓSTAK; NOWOBILSKI, 2022).

O trabalho desenvolvido por (ARAUJO, 2018), apresenta que a Construção civil ainda possui algumas dificuldades para implantação de novas tecnologias no setor. Os segmentos ainda se caracterizam por uma força de trabalho com níveis de escolaridade relativamente baixos, bem como pela predominância de técnicas construtivas tradicionais que não exigem elevado custo de investimento inicial. No entanto, o resultado do estudo mostrou que as mudanças voltadas para a automação da construção civil precisam ocorrer de forma imediata, pois trará diversos benefícios para construtores, clientes, investidores e colaboradores.

Já Pott, Eich e Rojas, (2017) apontaram que, na última década, houve a inserção de inovações tecnológicas no setor da construção civil, com o objetivo de contribuir para sua modernização. De acordo com o estudo, essas inovações trouxeram benefícios significativos, como a otimização dos processos construtivos e o aumento da lucratividade empresarial,

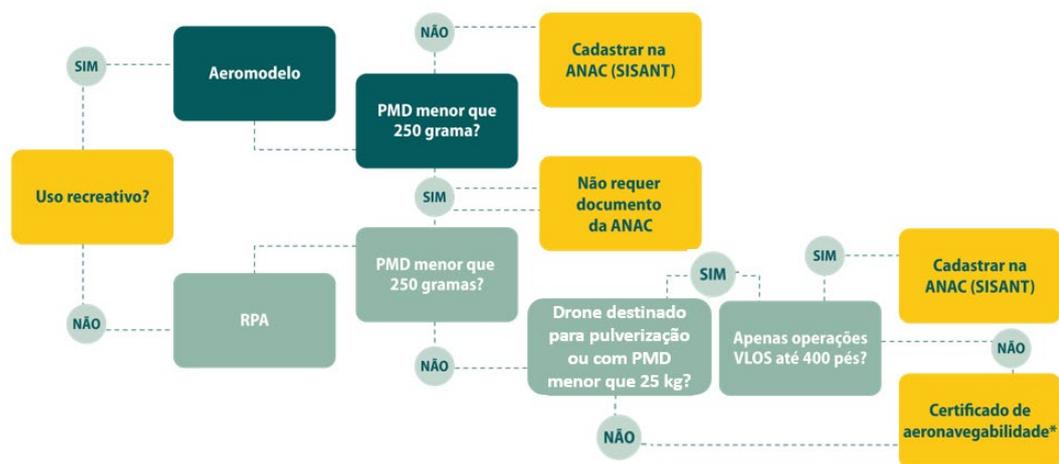
por meio da utilização de novos materiais, da implementação de processos executivos mais eficientes e da adoção de estratégias avançadas de gestão de obras.

2.2 Regulamentação dos drones no Brasil

A regulamentação sobre a utilização de aeronaves não tripuladas por civis no espaço aéreo brasileiro é definida pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), pelo Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) e pela Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), os quais são os órgãos nacionais competentes.

Pelo regulamento da ANAC, as aeronaves não tripuladas, popularmente conhecidas como drones, podem ser subdivididas em aeromodelos ou em aeronaves remotamente pilotadas (RPA). A Figura 1 fornece uma representação esquemática que esclarece os tipos de registros e certificações exigidos de acordo com o objetivo de uso do equipamento:

Figura 1 – Fluxograma de registro e certificação



Fonte: ANAC, (2021)

O piloto que almeja realizar operações com drones em altitudes superiores a 400 pés deve, obrigatoriamente, possuir o Certificado de Aeronavegabilidade Especial de RPA (CAER), sendo este um requisito da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) para a aptidão da operação no espaço aéreo brasileiro. Os projetos de drones devem ser previamente aprovados pela ANAC e pela Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), além de estarem plenamente em conformidade com os regulamentos vigentes. Cabe ao operador tomar as medidas necessárias para garantir a operação segura da aeronave (JACOBY, 2022).

De acordo com a (DJI, 2024) os drones são classificados pelo número de rotores e, atualmente, oferecem três categorias para uso comercial: drones de rotor único, drones multirrotores e drones de asa fixa. Na Tabela 1, podem ser observadas algumas características específicas de cada classificação.

Tabela 1 - Classificação de drones – DJI

Classificação	Descrição	Vantagem	Desvantagem
Drones de rotor único	Utilizados para varreduras áreas a laser LIDAR, que são usadas para criar mapas 3D de áreas.	Apresentam um menor número de componentes móveis São capazes de realizar voos de maior duração e em altitudes mais elevadas, devido à menor demanda energética. Propulsão forte e elevada capacidade de carga	Menor estabilidade em comparação aos drones multirrotores Elevado custo de aquisição.
Drones de multirrotores	São os modelos mais comuns no mercado, sendo utilizados para fotografia aérea, filmagem, vigilância e entretenimento.	Elevada estabilidade e controle na pilotagem Melhor custo-benefício Estrutura mais compacta Pouso facilitado em locais críticos	Baixa autonomia de voo
Drones de asa fixa	São utilizados principalmente para mapeamento aéreo e inspeções	Elevada autonomia de voo Capazes de mapear áreas extensas	Exige espaço amplo e aberto para pouso e decolagem Não possuem a capacidade de pairar Elevado custo de aquisição

Fonte: (Adaptado de DJI, apud OLIVEIRA, 2024)

2.3 Aplicações dos drones na construção civil

O trabalho desenvolvido por (CRUZ; PERIN, 2021) apresenta uma análise comparativa dos levantamentos topográficos realizados por estação total e drone na Construção Civil. O trabalho concluiu que tanto a estação total quanto os drones são métodos eficazes para levantamentos topográficos na construção civil, cada um com suas vantagens e limitações. A estação total se mostrou mais precisa em medições planimétricas e altimétricas isoladas, enquanto os drones foram mais eficientes em medições planialtimétricas e em áreas de difícil acesso. Em termos de custo, os drones apresentaram um menor investimento inicial e menor necessidade de mão de obra, apesar de um tempo maior de processamento dos dados. A pesquisa sugere que ambos os métodos podem ser utilizados de forma complementar, dependendo das necessidades específicas do projeto.

Aymorés e Motta (2021) propõem, por meio de um estudo de caso, apresentar alguns dos produtos possíveis de serem obtidos com o uso de drones em um empreendimento de terraplenagem. Os drones foram utilizados para monitoramento e inspeção visual da obra, cálculos de cubagem de materiais, geração de ortomosaicos, Modelos Digitais de Superfície (MDS), Modelos Digitais de Elevação (MDE) e para aferição da declividade dos platôs. Os resultados mostraram que o uso de drones possibilitou a obtenção de dados de forma prática, rápida e segura. As principais desvantagens observadas foram o investimento de aquisição de drones, softwares de processamento de dados e o treinamento específico para a equipe.

A aplicação de drones tem proporcionado maior confiabilidade em sistemas de transmissão de energia, recurso essencial na construção e desenvolvimento de um país. De acordo com a (ISA CTEEP, 2024), 100% das inspeções em torres de transmissão são realizadas com drones. A tecnologia permite que a atividade – essencial para garantir a integridade do sistema de transmissão e a confiabilidade no fornecimento de energia – seja mais segura, precisa e rápida. A empresa ressalta ganhos na gestão documental e rastreabilidade das informações, a inspeção também deixou de ser realizada *in loco* por meio de anotações escritas para ser feita com o suporte de um aplicativo na Central de Análise de Imagens Digitais (CAID) da companhia.

Para nós, que somos referência em gestão de ativos, essa conquista representa, além do avanço tecnológico, o compromisso da companhia com a segurança dos nossos colaboradores e com a qualidade e a eficiência dos serviços prestados à sociedade. Ao adotar drones em 100% das inspeções em estruturas, demonstramos a nossa capacidade de inovação e avançamos nos padrões de excelência no setor elétrico. (ISA CTEEP, 2024).

Em seu estudo (JACOBY, 2022) ressalta que a utilização de drones como ferramenta de inovação no planejamento e controle de obras na construção civil pode gerar otimização de tempo e redução de gastos. Através de técnicas como aerofotogrametria, visão computacional e modelagem densa de superfície, os drones se mostraram eficazes na captura de dados e imagens, permitindo a criação de modelos tridimensionais precisos e a detecção de inconformidades em fachadas e superfícies. Os casos analisados demonstraram que os drones podem substituir métodos tradicionais de levantamento com menor custo e maior eficiência, especialmente em áreas de difícil acesso ou risco. Além disso, a tecnologia de drones contribuiu para o acompanhamento do progresso das obras, a gestão da segurança no canteiro e a inspeção predial, evidenciando seu potencial para melhorar processos na construção civil.

Para o gerenciamento de projetos de construção (Y1LD1Z; K1VRAK; ARSLAN, 2021), tiveram como objetivo o uso da tecnologia de drones, focando em aspectos não técnicos como áreas de uso, vantagens, desvantagens, fatores a serem considerados na aquisição de drones e regulamentações legais. O resultado obtido indicou que os drones podem contribuir significativamente para as atividades de gestão da construção, aumentando a produtividade, melhorando a precisão dos relatórios, condições de segurança, reduzindo custos e aumentando a eficiência.

O estudo desenvolvido por (CHOI *et al.*, 2023) aborda as aplicações de drones na construção civil, com foco nas fases de projeto, construção e manutenção. Três tipos de drones foram avaliados para melhor se enquadrar em cada fase da obra, considerando tamanho da área a ser coberta, a capacidade de carga necessária e as condições ambientais nas quais o drone será operado. Os resultados mostraram que drones com câmeras de alta resolução e mapeamento avançado revolucionaram o levantamento e a modelagem de terrenos na fase de projeto, gerando dados precisos e modelos 3D que facilitam decisões informadas. Durante a construção, auxiliam no monitoramento, inspeções e segurança, com transmissão de vídeo e imagem térmica que detectam problemas e aumentam a produtividade. Na fase de manutenção, realizam inspeções de rotina, detectando danos e permitindo manutenção preventiva que reduz custos e prolonga a vida útil dos ativos.

De acordo com (MOURA *et al.*, 2023) o uso de drones no monitoramento em tempo real de canteiros de obras oferece uma série de benefícios para a gestão da segurança. O trabalho destaca como principais vantagens: a inspeção de áreas de risco ou de difícil acesso, o acompanhamento do comportamento dos trabalhadores e da utilização correta dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), a redução do tempo necessário para a supervisão, a coleta precisa de dados locais dos postos de trabalho e a execução de inspeções autônomas com o auxílio de sistemas de GPS embarcado nos drones. No entanto, o estudo também identificou um risco potencial associado à utilização da tecnologia: a distração dos trabalhadores ao observarem os equipamentos em operação de voo pode aumentar a probabilidade de quedas, tanto durante atividades no solo quanto em trabalhos em altura.

Lima *et al.*, 2024 focam seu estudo na utilização de drones para aprimorar a segurança nas inspeções em canteiros de obras. A pesquisa concluiu que a integração de drones na rotina da construção civil traz diversos benefícios, como a possibilidade de inspeções em áreas de difícil acesso, permitindo a identificação precoce de riscos e falhas. A coleta de dados em tempo real, por meio de imagens aéreas, auxilia engenheiros e gestores a tomarem decisões mais assertivas. Além de otimizar a eficiência operacional, o uso de drones reduziu a necessidade de acesso direto a áreas de risco, promovendo a segurança dos trabalhadores.

Ainda sobre segurança nos canteiros de obras (SZÓSTAK; NOWOBILSKI, 2022) abordaram a importância do uso de drones para melhorar a segurança dos trabalhadores, pois permitem a redução da exposição dos funcionários em alguns locais de risco. No entanto, também foram identificadas algumas ameaças como condições de voo instáveis, falhas do equipamento e erros do piloto, podem gerar uma colisão em objetos, pessoas e animais, resultando em lesões físicas e danos ao equipamento.

O estudo desenvolvido por Feital, (2017) tem como objetivo inspeção de obra com o uso de drones, voltados a ensaios não destrutivos, com foco em melhoria do controle e garantia da qualidade do projeto. Através de câmeras de alta resolução ou termográfica são geradas imagens que são complicadas e tratadas para diversos fins, como avaliação de fissuras, elaboração de relatório fotográfico, medição de temperaturas e monitoramento dos padrões de distribuição de calor a partir da radiação infravermelha.

Já Coutinho, Resende e Cunha, (2015) abordaram em seu estudo a aplicação do uso de VANTs na Engenharia de Avaliações e Perícias. Foi avaliado que a ferramenta pode contribuir significativamente nas perícias das obras em diversos casos, trazendo melhorias na qualidade da prova pericial através de imagens aéreas de alta resolução, superiores às de satélite, além de agilizar o processo de levantamento de dados ao possibilitar topografias detalhadas em poucos minutos, gerando economia do recurso tempo. Comparativamente, um dia de operação com um VANT apresenta um custo menor que uma hora de voo de uma aeronave tripulada, reduzindo, também, a exposição dos profissionais a riscos, visto que o equipamento permite alcançar áreas de difícil acesso ou inacessíveis.

As aplicações de drones na construção civil têm se expandido significativamente, proporcionando uma alternativa viável para a execução de atividades, antes limitadas pela complexidade e riscos envolvidos. A empresa Dronewash (2024) emprega a tecnologia de drones para serviços de pintura, lavagem de fachadas, limpeza de painéis solares, tanques e

telhados. Essa inovação tecnológica não apenas mantém os padrões de qualidade operacional dos métodos tradicionais, como também oferece uma redução substancial dos riscos de acidentes associados ao trabalho em altura, representando um avanço importante em termos de segurança e eficiência no setor.

O estudo de Pfändler *et al.* (2019) avalia a automação de inspeções de corrosão em infraestruturas envelhecidas, um dos principais desafios nas próximas décadas para construção civil. A proposta envolve o uso de drones, equipados com sensores eletroquímicos, para a realização de testes não destrutivos em estruturas de concreto, possibilitando uma redução significativa nos custos de inspeções de rotina. O método abordado exige o contato físico com a superfície da estrutura, o que requer alta estabilidade do robô, idealmente com seis graus completos de liberdade e capacidade de rastreamento de força e torque para operação robusta em campo. Os testes iniciais realizados em amostras de laboratório demonstraram que o drone é capaz de medir os potenciais eletroquímicos do aço e a resistência elétrica do concreto de forma eficaz, com dados comparáveis aos obtidos por métodos convencionais. Os resultados preliminares indicam que o uso de drones para inspeção não destrutiva, em que o contato físico é necessário, é viável e promissor, representando um avanço significativo nas tecnologias de inspeção e monitoramento da integridade estrutural de edificações.

2.4 Desafios de implantação dos drones

Embora o uso de drones apresente diversos benefícios, ele também enfrenta barreiras e limitações. Segundo Alsamarraie *et al.* (2022), uma pesquisa foi conduzida com 120 participantes com o objetivo de identificar as principais barreiras relacionadas ao uso de drones na construção civil. Os resultados indicaram que a principal barreira percebida pelos entrevistados está nas regulamentações e restrições impostas pelos órgãos governamentais e administrativos, seguida por elevados custos de implementação e desafios técnicos associados ao uso de drones.

Sair da zona de conforto foi e sempre será um dos obstáculos para aqueles profissionais que já dominam uma determinada técnica, tecnologia ou metodologia e ficam resistentes à experimentação e adoção de novas soluções disponibilizadas pelo mercado. (HOFFMAN, 2018).

Hoffman (2018) aborda em seu estudo que apesar da aprovação do mercado quanto ao uso de drones, algumas frustrações também têm surgido. Além de alguns desafios mais conhecidos como detalhes da regulamentação vigente, que impõe algumas restrições operacionais e os aspectos de segurança em ambientes urbanos, o estudo traz a falta de otimização nos fluxos de trabalho de modo a viabilizá-los economicamente. Como exemplo foram utilizadas as inspeções das fachadas para identificar e avaliar manifestações patológicas. O resultado obtido mostra que o uso de drones permite um levantamento mais rápido, com menor custo e menor risco de acidente comparado ao método tradicional, porém na fase de análise de dados e elaboração de laudo pelo perito requer um tempo maior de trabalho, gerando um custo mais elevado para o cliente. Será necessária a otimização e padronização dos dados pós levantamento para tornar o uso do drone mais vantajoso para essa atividade.

O trabalho desenvolvido por Onososen *et al.* (2023) tem como objetivo mostrar alguns impedimentos voltados a digitalização de canteiros de obras usando veículos aéreos

não tripulados. O estudo adotou uma pesquisa que foi preenchida por 161 pessoas da área da construção civil em países desenvolvidos e em desenvolvimento. O resultado da pesquisa mostrou que as barreiras mais críticas citadas foram fatores relacionados a custos, como o alto investimento inicial de capital, custo de treinamento, custo de mudança de produtos e custo de manutenção, em seguida de fatores técnicos/regulatórios, como visibilidade em operações noturnas e regulamentações que limitam as autorizações operacionais, software de processamento de dados e limitações aos tipos de projeto. Fatores relacionados a educação envolvem a falta de treinamento, baixa conscientização na construção civil e dificuldade em encontrar pilotos qualificados.

Ribeiro (2019) também destaca alguns desafios na implementação de drones na construção civil. Entre esses, estão o tempo de voo e a capacidade limitada de carregamento das baterias, fatores que variam de acordo com o modelo utilizado. Além disso, condições climáticas adversas, como chuvas intensas e ventos fortes que podem prejudicar a operação dos drones ou exigir um piloto mais experiente, limitando seu uso em determinadas situações.

3 Considerações Finais

A aplicação de drones na engenharia civil é uma realidade que se apresenta como um instrumento inovador, em sintonia com o avanço tecnológico acelerado das últimas décadas. Ao explorar essas possibilidades, surgem novos horizontes de inovação, incentiva o progresso tecnológico e melhorar a eficácia operacional, fortalecendo uma indústria mais contemporânea, sustentável e competitiva.

O estudo mostrou algumas possibilidades com o uso de drones na construção civil, evidenciando seus benefícios, algumas desvantagens e desafios de implementação de uma forma geral. Por meio de uma revisão bibliográfica foi possível ampliar os conhecimentos das diversas aplicações dos drones, como levantamento topográfico, monitoramento e evolução da obra, medições de volumes de materiais, inspeções de qualidade e segurança, avaliações de perícia e a execução de lavagem e pintura.

Como sugestões para trabalhos futuros, destaca-se a necessidade de estudos focados em critérios econômicos, como o custo de implementação da tecnologia de drones na construção civil, análise dos gastos com aquisição e manutenção dos equipamentos, avaliação do Retorno sobre Investimento (ROI) e custo de treinamento das equipes caso a tecnologia seja internalizada nas empresas. Também seria relevante aprofundar o uso de drones no inventário de materiais nos canteiros de obras.

Conclui-se assim, que é muito positiva a adoção da tecnologia de drones em diversas aplicações na indústria da construção civil, visando o aumento da eficiência e otimização das operações e melhoria da gestão nos canteiros de obras. No entanto, é necessário cautela na escolha dos drones, considerando suas aplicações para maior assertividade. Além disso, é essencial estar atento a atualização das práticas e regulamentações relacionadas ao uso dessa tecnologia, pois seu trabalho envolve algumas barreiras como percepção pública, ruído e aborrecimento público, questões técnicas de manutenção, preocupações econômicas, além de considerações voltadas a privacidade e ética.

4 Referências

- ABRAINC. **Novo Caged: Construção abre 19,6 mil empregos em julho e passa de 200 mil vagas abertas no ano.** Disponível em: <https://abrainc.org.br/noticias/2024/08/28/novo-caged-construcao-abre-196-mil-empregos-em-julho-e-passa-de-200-mil-vagas-abertas-no-ano>. Acesso em: 04 de out. 2024.
- ANAC. Agência Nacional de Aviação Civil. **Drones.** 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/drones>. Acesso em: 05 de out. 2024.
- ANAC. Agência Nacional de Aviação Civil. **Registros e Certificados.** 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/drones/registros-e-certificados-de-drones>. Acesso em: 05 de out. 2024.
- ARAUJO, Edgar. **Um Estudo de Automação Visando o Aumento de Produtividade na Construção Civil.** 2018, Rio de Janeiro: UFRJ/Escola Politécnica, 2018.
- AYMORÉS, Bruno; MOTTA, Liércio. **Drones na engenharia civil: uma aplicação na inspeção e monitoramento de obra de terraplenagem.** 2021. 26 f. (Graduação em Engenharia Civil) - Rede de Ensino Doctum, Juiz de Fora, Minas Gerais, 2021.
- CHOI, H.-W.; KIM, H.-J.; KIM, S.-K.; NA, W.S. **An Overview of Drone Applications in the Construction Industry.** *Drones* 2023, 7, 515. <https://doi.org/10.3390/drones7080515>
- COUTINHO, I.; CUNHA, C.; RESENDE, D. **Aplicação e uso de veículo aéreo não tripulado na engenharia de avaliações e perícias.** Disponível em: <http://pmkb.com.br/artigo/aplicacao-e-uso-de-veiculo-aereo-nao-tripulado-na-engenharia-de-avaliacoes-e-pericias/>. Acesso em: 03 de nov. 2024.
- CRUZ, João; PERIN, Jessica. **Topografia na Construção Civil: Análise comparativa dos levantamentos topográficos realizados por estação total e drone.** Pindamonhangaba, 2021.
- DJI. **Um guia completo dos principais tipos de drones profissionais.** Disponível em: [Um guia completo dos principais tipos de drones profissionais](#). Disponível em: [Um guia completo dos principais tipos de drones profissionais](#). Acesso: 02 nov. 2024.
- DRONEWASH. **Limpeza e Pintura com Drone.** Disponível em: <https://dronewash.com.br/>. Acesso em: 04 de nov. 2024.
- FEITAL, M. R. **Uso de VANT (Veículo Aéreo não Tripulado) para inspeção de projetos de construção civil.** Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Juiz de Fora, julho 2017.
- HOFFMAN, Emilio. **Desafios culturais, tecnológicos e econômicos dos drones para inspeções na Construção.** Disponível em: <https://droneshowla.com/artigo-desafios-culturais-tecnologicos-e-economicos-dos-drones-para-inspecoes-na-construcao/>. Acesso em: 06 de nov. 2024.
- ISA CTEEP. **Inovação: ISA CTEEP adota drones em 100% das inspeções em torres de transmissão.** Disponível em: Inovação: ISA CTEEP adota drones em 100% das inspeções em torres de transmissão. Acesso em: 01 nov. 2024.
- JACOBY, Guilherme. **A utilização de drones como ferramenta de inovação no planejamento e controle de obras na construção civil.** 2022. 62 f. (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022.

LIMA, M. F. S; GRACIOSO, R.O; GUIMARÃES, C.R.R; OLIVEIRA, R.A.P. **A revolução dos drones na construção civil: potencializando a segurança em inspeções de obra**. Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.03, 2024.

MOURA, J. M; CRUZ, F.M; PÓVOAS, Y.V; **Utilização de veículo aéreo não tripulado para inspeção de segurança em canteiros de obra: uma revisão sistemática da literatura**. V.23, n. 3, Pernambuco, 2023.

NUNES, J. M; LONGO, O.C; ALCOFORADO, L.F; PINTO, G.O. **O setor da Construção Civil no Brasil e a atual crise econômica**. Research, Society and Development, v. 9, n. 9, p. e393997274-e393997274, 2020.

OLIVEIRA, Felipe. **Tecnologia e eficiência na siderurgia: como os Drones podem contribuir para otimização no Gerenciamento dos recursos e aumento da Produtividade**. Rio de Janeiro, 2024.

ONOSOLEN, A.O.; MUSONDA, I.; ONATAYO, D.; TJBANE, M.M.; SAKA, A.B.; FAGBENRO, R.K. **Impediments to Construction Site Digitalisation Using Unmanned Aerial Vehicles (UAVs)**. Drones 2023, 7, 45. <https://doi.org/10.3390/drones7010045>

PFÄNDLER, P; BODIE, K; ANGST, U; SIEGWART, R. Flying corrosion inspection **robot for corrosion monitoring of civil structures – First results**. <https://doi.org/10.3929/ETHZ-B-000365572>, 2019.

POTT, Luana; EICH, Monique; ROJAS, Fernando. **Inovações tecnológicas na construção civil**. 2017, Universidade de Cruz Alta, Cruz Alta, 2017.

RIBEIRO, Douglas. **Tecnologias advindas da Indústria 4.0 aplicada na construção civil: efeitos e desafios da implantação no Brasil**. Ouro Preto, 2019.

RIMA Aviação. **Drones no Brasil 2024: Nova Regras e Regulamentações**. Disponível em: <https://voerima.com.br/drones-no-brasil-2024-nova-regras-e-regulamentacoes/>. Acesso em: 07 out. 2024.

SZOSTAK, Mariusz; NOWOBILSKI, Tomasz. **Application of unmanned aerial vehicles in construction industry**. Politechnika Wroclawska, 2022.

Y1LD1Z, Serkan; K1VRAK, Serkan; ARSLAN, Gokhan. **Using drone technologies for construction project management: A narrative review**. Turkey, 2021.