

INSPEÇÃO DE SEGURANÇA EM UMA OBRA APLICANDO AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS (ARP)

Leticia Aureliano de França¹; Fabrícia Nascimento de Oliveira²; Vinicius Navarro Varela Tinoco³

Resumo: As aeronaves remotamente pilotadas (ARP's) surgiram durante a Primeira Guerra Mundial com fins militares, mas, com o avanço da tecnologia, tornaram-se mais acessíveis e simples, ampliando seu uso para aplicações civis e comerciais. Atualmente, os drones podem ser utilizados para diversas situações, como mapeamento, inspeções de segurança e *marketing*, proporcionando maior eficiência e segurança, especialmente em áreas de difícil acesso. Este estudo teve como objetivo realizar uma inspeção de segurança em uma obra com auxílio de ARP. O estudo incluiu a coleta de dados por meio de voos de ARP em uma obra, o processamento desses dados e a análise dos ativos visuais. Utilizou-se um ARP modelo DJI Air 2S e tipo de captura: *Overview*, análise geral do canteiro; *medium view*, equipamentos de proteção coletiva (EPC) e equipamentos de proteção individual (EPI); *close up view*, avaliação por serviço específico, como alvenaria e fachadas. Uma análise baseada em um *checklist* de segurança revelou que 67% dos itens de inspeção foram visualizados com a tecnologia e dos itens visualizados cerca de 46% se encontravam em conformidade com as normas de segurança. As principais barreiras identificadas foram o tamanho e localização do projeto, condições prejudiciais, além da necessidade de treinamento para pilotos e observadores. Conclui-se que o uso regular de ARP's em inspeções periódicas pode contribuir significativamente para a correção de não conformidades nos sistemas de EPC's e EPI's, reforçando a prevenção de acidentes de trabalho.

Palavras-chave: Drone; construção civil; Segurança no trabalho.

1. INTRODUÇÃO

As aeronaves remotamente pilotadas (ARP's) são equipamentos que funcionam através de comandos remotos ou de forma automatizada. Apesar de ter se tornado comumente utilizado nos últimos anos, elas possuem suas primeiras aparições durante a primeira guerra mundial, nessa época foram criadas para fins militares para servirem para treinamentos e testes, sendo cada vez mais aprimoradas devido ao sucesso em outras áreas. Com o avanço da tecnologia deixaram de ser equipamentos caros e complexos para serem simples e fáceis de serem utilizados, expandindo seu uso para fins civis e comerciais. Os drones como são chamados atualmente, abrangem uma enorme gama de áreas de aplicação, indo desde defesa, entretenimento, agricultura, entregas, entre outros. Além disso, os drones estão se destacando pela sua praticidade em áreas de difícil acesso, como inspeções de infraestrutura, auxiliando e reelaborando a eficiência e segurança nas indústrias (Blog oficial DJI, 2024).

Na construção civil temos diversas aplicações para os drones, como por exemplo gerar imagens de diferentes ângulos para relatórios técnicos, auxiliar em levantamentos topográficos, mapeamento de áreas, inspeções de danos estruturais, inspeções de segurança e até *marketing*. Os drones são ferramentas extremamente funcionais e valiosas para monitoramento e inspeção, pois oferecem uma visão ampla e detalhada do ambiente, gerando supervisões mais seguras e eficientes de forma que reduz a exposição dos trabalhadores a situações perigosas à saúde e bem-estar. Dessa forma os drones são peças importantes para um bom andamento das obras e manutenção delas, pois eles são aplicados não apenas durante as fases construtivas, mas também podendo ter uso no pós-obra (Feital, 2017). Podemos citar como referências algumas pesquisas acadêmicas sobre o uso de drones para inspeções, como inspeções de construções de avenidas (LISBOA et al., 2018), inspeções de segurança em canteiros de obra (Melo, 2016; Irizarry, 2012) e inspeções de fachadas (Pereira, 2022).

Assim como acontece com outras tecnologias, existem pontos positivos e negativos sobre o uso dos drones dentro do canteiro de obras. Entre os positivos pode-se destacar a facilidade de uso, rapidez no processo de

¹ Graduanda em Bacharelado em Interdisciplinar em Ciências e Tecnologia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Email: leticia.franca@alunos.ufersa.edu.br.

² Orientadora. Docente do Departamento de Engenharia e Ciências Ambientais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Email: fabricia@ufersa.edu.br.

³ Coorientador. Servidor técnico lotado no Campus de Pau dos Ferros da Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Email: navarro@ufersa.edu.br.

inspeção e imagens com alta resolução, enquanto tem-se como pontos negativos a baixa autonomia da bateria, interferência na comunicação devido às barreiras físicas e sensível as condições meteorológicas (Melo, 2016).

Apesar dos grandes avanços apresentados sobre a utilização das ARP's na engenharia civil, o presente trabalho se justifica pelo caráter inovador que essa tecnologia trás, pois ela está sempre em constante evolução, abrindo espaço para novos estudos sobre suas possíveis aplicações principalmente no quesito segurança do trabalhador em obras. Tendo o foco em segurança dos canteiros pode-se evitar os riscos enfrentados devido as atividades críticas que exigem uma visão ampla ou que estão localizadas em áreas de difícil acesso, onde essas regiões podem ser alcançadas facilmente pelas ARP's.

A utilização de ARP representam uma abordagem inovadora para as inspeções de segurança em canteiros facilitando a identificação e prevenção de riscos em relação a segurança dos trabalhadores, possibilitando também capturar imagens que permitem inspeções detalhadas dos usos de equipamentos de segurança coletivos e individuais. Logo, o estudo teve como objetivo realizar uma inspeção de segurança em um canteiro de obra com auxílio de ARP.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Aeronave remotamente pilotada (ARP)

Aeronave remotamente pilotada (ARP), tradução do termo *Remotely piloted aircraft* (RPA) se refere a equipamentos que podem ser controlados remotamente por um piloto, por meio de interfaces digitais, como controles, telas e computadores. Ressaltando que se diferencia de aeromodelos, as ARP's não são utilizadas com a finalidade de recreação, mas sim fins comerciais e oficiais (ANAC, 2015).

Além da terminologia oficial existem outras nomenclaturas informais, como o vocábulo drone, que é utilizado frequentemente pela população e se refere em sua maioria para o equipamento usado em fins recreativos. Na Figura 1 pode-se verificar a forma explícita da diferenciação dos conceitos apresentados anteriormente.

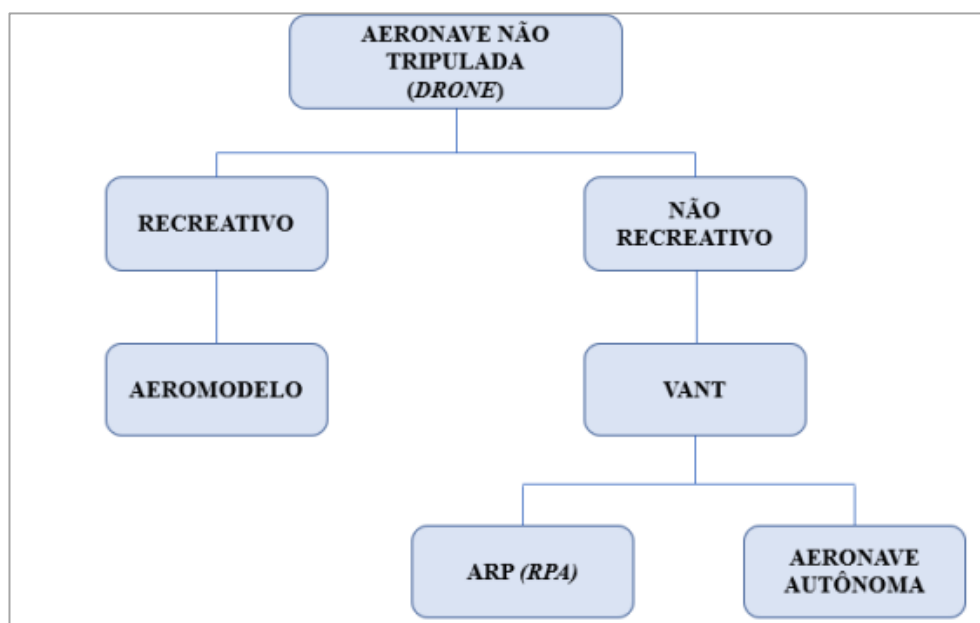


Figura 1. Fluxograma ilustrativo representando denominações. Fonte: BORGES e SILVA (2018, p.21).

Estes equipamentos podem ser classificados de acordo com características específicas, como o peso, modelo da asa e função. Temos a categorização em relação ao peso, que se divide em três classes de acordo com o peso máximo de decolagem, indo da classe 1 maior que 150 Kg, classe 2 acima de 25 Kg e até 150 Kg e classe 3 abaixo ou igual a 25 Kg (ANAC, 2015).

A categorização de acordo com o modelo da asa podem ser divididas em asa fixa, asa rotativa, dirigíveis e asa batidora. As mais comumente utilizadas são respectivamente as duas primeiras, os modelos multirotores são comumente utilizados devido a sua facilidade de operação e ter um preço acessível quando comparado com o asa fixa, tem sua melhor aplicabilidade em geração de imagens artísticas, vigilância, inspeções e o mapeamento aéreo, com algumas restrições pois possui menor capacidade de recobrimento de grandes áreas. Enquanto os modelos de asa fixa já se apresentam para uma comunidade de profissionais especializados devido a sua complexidade de operação em consequência de atingir altas velocidades e elevadas altitudes. Sua principal aplicação se dá para mapeamento de grandes áreas (Auster, 2017).

2.1.1. Utilização de ARP

De acordo com ANAC (2023), no Brasil para que seja possível operar as ARP's é necessário realizar o enquadramento e regulamentação delas de acordo com os órgãos responsáveis, de telecomunicações e do espaço aéreo. Temos como principais a ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil), ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações) e DECEA (Departamento de Controle do Espaço Aéreo).

Para a ANAC, os critérios de exigências variam com a classificação das ARP's, levando em consideração o seu peso médio de decolagem (classe), tipo de operação e critérios visuais. Os drones com mais de 250 gramas só podem entrar em operação se estiverem em áreas com uma distância mínima de 30 metros horizontais de terceiros, ressaltando que é de total responsabilidade do piloto operador, conforme regra da DECEA, as operações totalmente autônomas continuam proibidas, ressaltando que diferem das automatizadas.

É permitido pela ANAC as ARP's operarem de três maneiras: em linha de visada visual, tradução do *Visual Line of Sight* (VLOS), em linha de visada visual estendida, tradução do *Extend Visual Line of Sight* (EVLOS) e além da linha de visada visual, tradução do *Beyond Visual Line of Sight* (BVLOS). O primeiro se trata de o piloto manter constante contato visual com o equipamento, no segundo existe um observador que tem a função de auxiliar o piloto, mantendo contato constante com a aeronave e por fim temos o terceiro que não obedece a nenhuma das recomendações anteriores (ANAC, 2023).

Com o avanço da tecnologia das ARP's pode-se utilizá-las em diversos ambientes interdisciplinares devido à grande possibilidade de monitoramento e inspeção. As aeronaves são aparelhos com diversos sistemas secundários acoplados, entre eles pode-se citar como principais os sensores e câmeras, que estão diretamente associados à qualidade dos produtos gerados, pois permitem a captura de registros de lugares de difícil acesso para pessoas físicas. Devido a esta aplicabilidade, as aeronaves podem ser usadas em áreas diversas, abrangendo os setores agrícolas, ambientais, vigilância, monitoramento de emergências, uso de solos, sensoriamento remoto, entre diversos outros setores das engenharias. Por exemplo os estudos de diretrizes para inspeção de segurança em canteiros de obra por meio de imageamento com veículo aéreo não tripulado (Melo, 2016), O uso de veículos aéreos não tripulados na construção civil e suas contribuições no Brasil (Nery; Pimenta; Braga, 2021), avaliação da usabilidade da tecnologia de drones como ferramenta de inspeção de segurança (Irizarry; Gheisari; Walker, 2012) e sistemas aéreos não tripulados (UAS) para aplicações de segurança na construção (Gheisari; Esmaeili, 2016).

2.2 Setor da construção civil

A indústria da construção tem suma importância para a economia, pois é considerada um dos setores chave devido a sua ampla capacidade de produção, geração de empregos e pela forte conexão com diversos outros setores. Esse setor não apenas promove o desenvolvimento infraestrutural, como também impulsiona o crescimento econômico ao estimular a demanda por materiais, serviços e tecnologias. A sua cadeia produtiva inclui desde a fabricação dos materiais principais como cimento, aço e tinta, até uma infinidade de outros materiais e serviços como transporte e logística (CBIC, 2024).

A construção civil gera empregos, tanto diretos quanto indiretos, no qual abrange desde profissões com menores graus de estudos até profissionais mais especializados. De acordo com dados da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), em janeiro de 2024, o setor teve um crescimento de 25,68% na geração de empregos, quando comparado com o mesmo período do ano anterior, e ainda sendo o responsável por 27,21% do total das novas vagas de empregos criadas, apresentando grande impacto na geração de emprego e renda no nosso país (CBIC, 2024).

Apesar da sua importância, o setor da construção apresenta diversos desafios no qual afetam diretamente sua eficiência e qualidade, como exemplo pode-se citar a resistência em adquirir novas tecnologias, como o BIM e ARP'S; falta de profissionais qualificados, no qual prejudica o desempenho da obra e a sustentabilidade, planejamento urbano e infraestrutura que se tratam de importantes discussões e que exigem constantes inserção de práticas inovadoras. E por fim um dos maiores problemas enfrentados é a segurança no trabalho, como apresentado pela Associação Nacional de Medicina do Trabalho (ANAMT, 2019), a construção civil se encontra entre os setores com maiores riscos de acidentes.

2.2.1 Uso de ARP'S em canteiros de obras

A segurança do trabalho é regida por um aglomerado de normas e regulamentações na tentativa de diminuir e proteger os riscos enfrentados pelos empregados. Entre as normas mais importantes quando se trata de prevenção de acidentes nas atividades da construção civil, destaca-se as normas NR 18 - segurança e saúde no trabalho na indústria da construção (Brasil, 2020) e a NR 35 - trabalho em altura (Brasil, 2023).

A NR 18 define diretrizes administrativas, de planejamento, com o objetivo de implementar medidas de controle e sistemas preventivos de segurança nos processos, nas condições e nos ambientes de trabalho da

indústria. Dentro dela é especificado requisitos para instalações elétricas, movimentação de materiais, andaimes, entre outros (BRASIL, 2020).

Enquanto a NR 35 define os requisitos mínimos de segurança para trabalhos em altura, caracterizados por atividades realizadas a mais de 2 metros do nível inferior, com risco de queda. Ela abrange a organização, o planejamento e a execução dessas atividades, além da capacitação dos trabalhadores, das medidas de proteção coletivas e individuais, e da supervisão e inspeção dos equipamentos. O objetivo é assegurar a segurança e a saúde dos trabalhadores que executam tarefas em altura (BRASIL, 2023).

Como relatado em tópicos anteriores a indústria da construção é acometida por diversas dificuldades, entre elas temos o problema com relação ao monitoramento das atividades realizadas, diante desse fato existem estudiosos tentando resolver esse problema através da aplicação do uso de ARP's para monitorar os processos e facilitar a observação das condições de trabalho dentro dos canteiros.

Irizarry et al. (2012) conduziram uma avaliação inicial do uso de VANTs como ferramenta para auxiliar na gestão da segurança em canteiros de obras. Com uma câmera de vídeo acoplada ao VANT, que pode ser pilotado remotamente por *tablet* ou *smartphone*, foram capturadas diversas imagens e vídeos ao longo do canteiro, de diferentes ângulos e perspectivas, para melhorar e facilitar o serviço de inspeção de segurança. No estudo, foram realizadas duas análises distintas: a primeira foi uma avaliação focada na análise da interface (*design* e sistema); a segunda consistiu em uma avaliação com a participação dos usuários, que analisaram a quantidade de capacetes visualizados nas imagens como item de segurança inspecionado. No geral, as avaliações mostraram bons resultados quanto à eficácia do processo de visualização, demonstrando que o uso de VANTs é uma ferramenta eficiente para a inspeção de segurança.

Brito et al. (2019) analisou o uso de VANTs em inspeções e acompanhamento de obras, com o objetivo de identificar possíveis riscos à integridade física dos trabalhadores e reduzir o número de acidentes causados pela falta de Equipamentos de Proteção Individual (EPI's) e os Equipamentos de Proteção Coletiva (EPC's), especialmente em áreas periféricas que envolvem trabalho em altura. A pesquisa foi conduzida de forma exploratória e empírica, utilizando o drone Phantom 4 para registrar imagens e vídeos dos canteiros de obras. Também incluiu uma revisão da literatura sobre novas tecnologias aplicadas ao uso de VANTs em canteiros de obras. Dessa forma, o uso de VANTs permitiu a verificação de locais de difícil acesso, contribuindo para a prevenção de acidentes e aumentando a eficiência em trabalhos em altura.

De forma geral temos como benefícios do uso de aeronaves diversos fatores, entre eles inspeção do uso de EPI's e EPC'S, controle efetivo de todo o canteiro, monitoramento de áreas de difícil acesso, redução do tempo de monitoramento, agilidade na correção dos perigos, entre diversos outros.

3. METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada em um canteiro de obra de um empreendimento residencial vertical, localizado na cidade de Mossoró/RN, que possui cerca de 264 mil habitantes segundo o IBGE (2022). Trata-se de uma única torre com 25 pavimentos, possuindo um apartamento por andar. A área é caracterizada por alta densidade demográfica e se encontra relativamente próximo ao aeroporto, que o coloca dentro da zona de advertência aprimorada.

Essa pesquisa se caracteriza como um estudo de caso exploratório que utiliza métodos qualitativos e quantitativos. Iniciando com uma revisão da literatura sobre a aplicação das ARP's na engenharia, a aplicação nas inspeções de segurança em obras, e uma revisão sobre gestão da saúde e segurança do trabalho. Como estudo de caso teve uma análise detalhada sobre um parâmetro específico, sendo aplicado dentro de um contexto real de uma obra, facilitando a compreensão do fenômeno estudado.

Para a coleta de dados utilizou-se uma ARP modelo DJI Air 2S, com resolução da câmera de 20 mp (*megapixels*) e vídeo de 5.4k/30fps ou 4k/60 fps, possuindo uma autonomia de voo entre 30 minutos. A escolha se justifica devido ao modelo de ARP trazer uma tecnologia acessível e comercial, a facilidade de uso, baixo custo e elevado poder de fotografia aérea em movimento, o que torna mais fácil de ser adotado pelas construtoras e empresas de fiscalização.

O estudo foi dividido em três partes: coleta de dados com ARP, processamento dos dados coletados e análise dos dados. Inicialmente foi realizada a coleta dos ativos e a aplicação do *checklist* de segurança segundo o tipo de captura, adaptado do estudo de Irizarry et al. (2012) e Melo (2014). O *checklist* continha 33 tópicos e foi dividido em três categorias variando o tipo de captura: *Overview*, análise geral do canteiro, neste foi analisado itens como áreas de estacionamentos, tapumes, principais entradas e rotas, centrais de aço e carpintaria, entre outros; *Medium view*, foram analisados plataformas de proteção, escadas de uso coletivo e acesso às escadas, rampas e elevadores livre de obstruções; *Close up view*, avaliação por serviço específico, como alvenaria, fachadas, concretagem e operação de equipamentos. Enquanto para o processamento das imagens foi feita a seleção dos conjuntos ativos e optou-se pela análise das fotos de maneira individual.

Posteriormente, foi analisado o potencial de visualização dos itens de segurança, a conformidade dos itens visualizados e por fim gerado o relatório com os resultados e proposições de melhorias. O pouso e decolagem ocorreram em um terreno em frente a obra, devido ele possuir espaço amplo e seguro para decolagem. As capturas

dos dados ocorreram com voo no sentido vertical e horizontal a depender da necessidade apresentada na hora da coleta. No Quadro 1 temos as especificações da quantidade de ativos coletados durante a análise da edificação.

Quadro 1. Ativos visuais coletados durante o voo

Nº de voos	Nº de fotos	Duração dos vídeos (min)	Altitude máxima (m)	Duração dos voos (min)	Velocidade média (m/s)
1	55	2:09	120	20	3

Fonte: Autoria própria (2024).

A ARP utilizada na coleta de dados foi do tipo asa rotativa e o tipo de operação foi autônoma com o observador. O aplicativo usado para executar as missões foi o Drone Harmony que tem aplicação tanto em *Android* quanto em *iOS*, as imagens geradas possuíram dimensões de 5471 x 3648 *pixels*.

Os resultados foram analisados em duas perspectivas, a primeira relativa a visualização dos itens e a segunda em relação a porcentagem de conformidade dos itens expostos no checklist de segurança.

Os cálculos relativos às porcentagens dos itens visualizados, bem como a porcentagem de conformidade, foram realizados calculando-se o número total de itens visualizados ou conformes e dividindo pelo total de itens analisados e o resultado multiplicado por 100, ou seja: itens visualizados = (número total de itens visualizados / total de itens analisados) x 100 e porcentagem de conformidade = (número de itens conformes / total de itens analisados) x 100.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Visualização dos itens

Dos 33 tópicos detalhados no *checklist* de segurança, 24 foram aplicáveis. A redução dos 9 itens restantes pode ser atribuído 1 a falhas no processo de coleta de informações e 8 ao estágio atual da obra, que não contemplava esses aspectos durante as visitas. Assim, esses itens não se aplicaram ao contexto específico da obra no momento da análise (Figura 2).

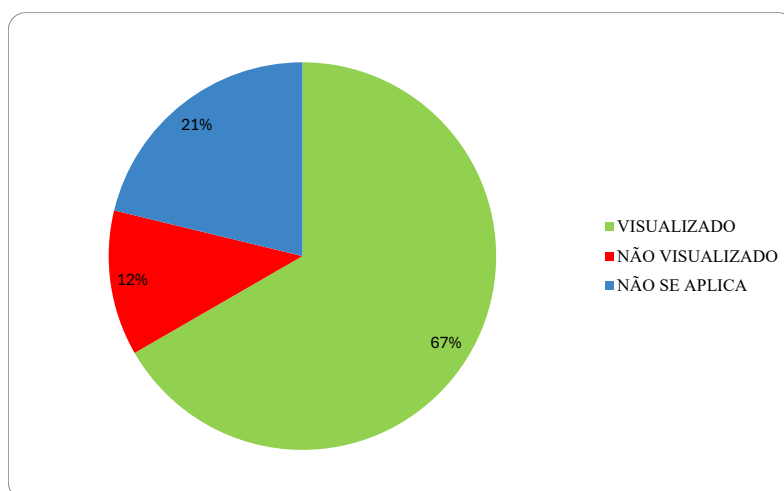


Figura 2. Potencial de visualização dos itens de segurança. Fonte: Autoria própria (2024).

Com base nos dados obtidos por meio dos ativos, foi possível visualizar aproximadamente 67% dos itens previstos. Cerca de 12% dos itens não foram visualizados devido às limitações do equipamento utilizado, que não conseguiu capturar áreas cobertas ou internas à edificação. Além disso, cerca de 21% dos itens não se aplicavam ao estágio atual da obra, como, por exemplo, questões relacionadas à fase de acabamento das fachadas, que ainda não haviam sido iniciadas (Figura 2).

Na Figura 3 são apresentados os resultados da visualização dos itens de acordo com os serviços analisados e os tipos de captura utilizados. As capturas com maior eficácia foram de alcance intermediário e de aproximação, que mostraram melhor desempenho na identificação dos itens, variando conforme a natureza de cada serviço desenvolvido. As capturas gerais proporcionaram uma visão ampla e detalhada, sendo especialmente úteis em áreas de difícil acesso, enquanto as capturas aproximadas permitiram uma maior precisão e inspeções minuciosas. A combinação dessas técnicas contribuiu para uma análise mais completa e eficiente, ajustada às particularidades de cada etapa da obra e de cada serviço avaliado.

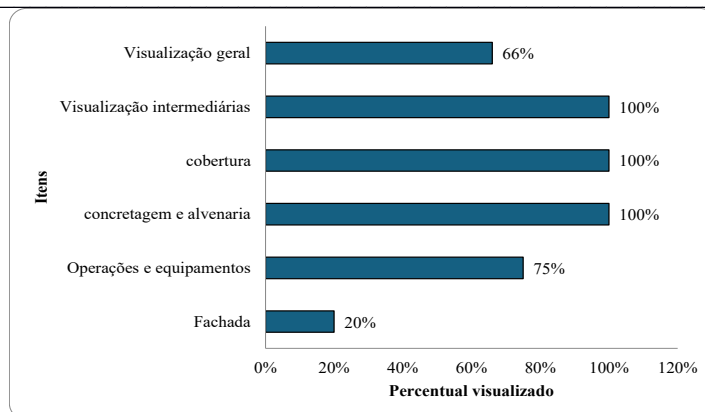


Figura 3. Percentual de itens visualizados. Fonte: Autoria própria (2024).

Pode-se observar na Figura 3 que os itens de visualização intermediária, cobertura e concretagem de alvenaria foram 100% visualizados. Já os itens referentes a fachadas foram os que foram menos visualizados.

4.2 Análise de conformidade dos itens de segurança

Durante a inspeção visual com a ARP buscou-se identificar a conformidade da utilização de equipamentos de uso individual e coletivos instalados no perímetro da construção. Na visita pode-se visualizar alguns itens em conformidade, não conforme ou parcialmente conforme com as normas de segurança do trabalho, como demonstrado nas Figuras seguintes. Não foi possível analisar alguns tópicos como exemplo as áreas de estacionamento, instalações sanitárias, locais de alojamento e de refeição pelo fato de não existir estacionamento no canteiro e o restante está locado na parte interna da edificação. Diante dos dados coletados, percebe-se que dos 24 itens visualizados, 46% estavam em conformidade com as normas de segurança, como demonstrado na Figura 4.

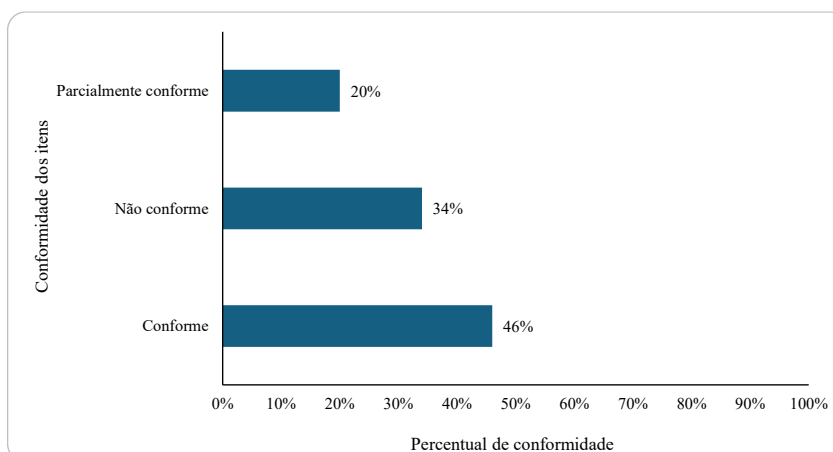


Figura 4. Percentual de conformidade. Fonte: Autoria própria (2024).

O edifício vertical em questão conta com tapumes ao longo de todo perímetro do canteiro e possui três entradas, duas próximas aos locais de armazenamento dos materiais e um para movimentação dos funcionários, contando com apoio administrativo próximo as entradas principais.

Possui plataformas de proteção primária, secundária e tela de proteção, conforme ilustrado na Figura 5. Essas telas são essenciais para evitar que materiais sejam projetados para fora da obra, prevenindo acidentes de trabalho e protegendo pedestres e veículos que circulam nas áreas próximas. Durante a instalação das alvenarias, os trabalhadores removem a proteção provisória, aumentando temporariamente o risco de acidentes. Por isso, essa fase da obra exige atenção redobrada para garantir a segurança tanto dos operários quanto das áreas circunvizinhas.



Figura 5. Tela de proteção e plataformas de proteção. Fonte: Aatoria própria (2024).

Foi possível acompanhar de forma clara e detalhada a execução do serviço de concretagem da laje, demonstrado na Figura 6. Os funcionários envolvidos estavam devidamente equipados com os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), como: botas de PVC de cano longo, capacetes, luvas e vestimentas adequadas. Além disso, haviam trabalhadores da carpintaria presentes, prestando suporte nos ajustes das fôrmas e atendendo a quaisquer demandas que surgissem durante o processo. Esses carpinteiros também utilizavam os EPIs recomendados, incluindo o cinto de segurança acoplado a linha de vida, já que atuavam na área externa do guarda corpo de segurança. No entanto, foi observado que as pontas verticais dos vergalhões de aço estavam expostas na laje, sem as proteções determinadas pela norma NR 18 (Brasil, 2020). Essas extremidades representam um perigo iminente para os trabalhadores, sendo uma fonte de risco.



Figura 6. Serviço de concretagem da laje superior. Fonte: Aatoria própria (2024).

Os trabalhadores que se encontravam nos serviços de alvenaria e fachadas estavam usando sistema trava-quedas, luvas, botas e capacete, porém foi verificado que existia um funcionário que estava usando um chapéu por baixo do capacete de segurança, diminuindo assim a eficiência do equipamento, representado na Figura 7.

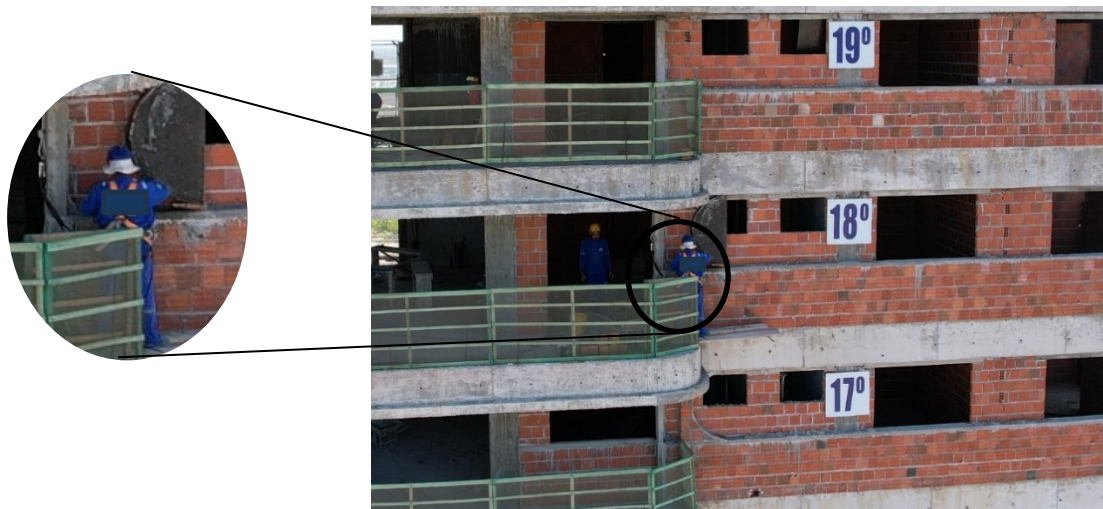


Figura 7. Serviço de fachada. Fonte: Autoria própria (2024).

Como representado na Figura 8, as centrais de aço e a de carpintaria estavam parcialmente expostas a intempéries, sem cobertura adequada. Na mesma figura conseguimos também observar que os materiais e resíduos da obra estavam depositados de forma inadequada mesmo existindo local para recolhimento, como exemplo um papa entulho. Essa falha na deposição dos rejeitos podem prejudicar a circulação de materiais e equipamentos.



Figura 8. Layout das centrais de aço e carpintaria. Fonte: Autoria própria (2024).

Na Figura 9, consegue-se visualizar a organização das baias de areia, brita e tijolos dispostas de maneira que fiquem próximas a betoneira para facilitar a execução do concreto e argamassas preparadas *in loco*. As baias estão locadas de maneira que evitam a mistura de materiais diferentes, logo reduzem possíveis desperdícios e carregamento desnecessário de peso pelos empregados. Ainda na Figura 9 observa-se a sinalização e isolamento da área de movimentação de carga da bomba de concreto.



Figura 9. Baias para areia, britas e tijolos. Fonte: Autoria própria (2024).

Na Figura 10 observa-se a cabine de controle e operação do guindaste, na qual ela se encontrava fechada de modo a proteger o operador contra quedas e intempéries, conforme determina a norma regulamentadora de número 18 e oferecendo segurança para o operador do guindaste.



Figura 10. Cabine de controle e operação. Fonte: Autoria própria (2024).

Porém observou-se que não foi realizado o isolamento da área acessíveis dentro do raio de movimentação da superestrutura de rotação do guindaste, conforme estabelece a NR 18 (Brasil, 2020).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na presente obra, o uso de ARP permitiu a visualização satisfatória dos itens de inspeção de segurança e avaliação de conformidade dos itens visualizados. Vale ressaltar que alguns itens não foram visualizados devido a falhas no procedimento de coleta ou a disposição dos itens dentro do canteiro, o que torna necessária uma reavaliação do *checklist* de campo para orientar a obtenção de ativos de maneira mais eficiente, fornecendo orientações mais detalhadas ao piloto e ao observador.

Os diferentes ângulos de captura oferecem perspectivas complementares, o *overview* apresenta detalhes gerais do canteiro, enquanto o *Medium View* e o *close up View* geram informações detalhadas de serviços específicos de maneira individual.

O uso regular de ARP's em inspeções periódicas pode contribuir significativamente para a correção de não conformidades nos sistemas de EPC's e EPI's, reforçando a prevenção de acidentes de trabalho. Assim, a aplicação de tecnologias como as ARP'S tem o potencial de melhorar a eficiência e a segurança das atividades laborais na construção civil, particularmente em trabalhos em altura e nas áreas periféricas de edificações horizontais e verticais.

Mais estudos são necessários para avaliar o impacto das ARP's no processo de inspeção. Como propostas de trabalhos futuros usando essa tecnologia pode-se propor a criação de ortofotos, facilitando a visualização do canteiro de forma geral, pesquisas que façam comparativos entre a aplicabilidade da inspeção de segurança tradicional em relação a inspeção utilizando a ARP, utilização de modelos de aeronaves menores e adequadas para adentrar em espaços reduzidos, bem como o uso de modelos existentes no mercado com duração de baterias mais longas, de forma a garantir uma coleta de informações mais abrangente e eficaz.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANAC - Agência Nacional de Aviação Civil. **Aeronave remotamente pilotada**. Publicado em 08 de junho de 2015. Disponível em: https://www2.anac.gov.br/anacpedia/por_ing/tr4132.htm. Acesso em: 30 abr. 2024.

ANAC - Agência Nacional de Aviação Civil. **Classes de Drones (RPA)**. Publicado em 24 de abril de 2017 e atualizado em: 05 de maio de 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/drones/classes-de-drones>. Acesso em: 10 mai. 2024.

ANAC - Agência Nacional de Aviação Civil. **Regulamento brasileiro da aviação civil**. Publicado em 3 de abril de 2023 e atualizado em: 04 de abril de 2024. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-e-94>. Acesso em: 10 mai. 2024.

ANAC - Agência Nacional de Aviação Civil. **Cadastro de aeródromos**. Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/regulados/aerodromos/cadastro-de-aerodromos>. Acesso em: 10 mai. 2024.

ANAMT - Associação Nacional de Medicina do Trabalho. **Construção civil está entre os setores com maior risco de acidentes de trabalho**. Publicado em 30 de abril de 2019. Disponível em: <https://www.anamt.org.br/portal/2019/04/30/construcao-civil-esta-entre-os-setores-com-maior-risco-de-acidentes-de-trabalho/>. Acesso em: 23 mai. 2024.

AUSTER TECNOLOGIA. **Quais são as diferenças entre aeronaves remotamente pilotadas de asa fixa e multirotores?** Publicada em 27 de fevereiro de 2017 por Saulo Penna Neto. Disponível em: <https://www.austertecnologia.com/single-post/2017/05/27/diferencas-asa-fixa-multirrotores>. Acesso em: 20 mai. 2024.

BARSANO, Paulo Roberto; Barbosa, Rildo Pereira. **Higiene e segurança do trabalho**. 2. ed. São Paulo: Editora Érica, 2018.

BLOG OFICIAL DJI. **A história dos drones: da segunda guerra mundial à era digital**. Publicada em 02 de maio de 2024. Escrito pela DJI global. Disponível em: [https://blog.lojadji.com.br/historia-dos-drones/?utm_source=google-dji&utm_medium=ECM-cpc&utm_campaign=DJI_M2C_\[P\]_DSA_Generica_ES_DJI_Geral_none_final&cd=&mig=ok&z=&utm_term=&utm_content=&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw4MSzBhC8ARIsAPFOuyVk5sQocJm5nCbTpM-1GmSVHq_V7lhbS0mwEwGuAGoxWjXimoKNX3oaAg0aEALw_wcB](https://blog.lojadji.com.br/historia-dos-drones/?utm_source=google-dji&utm_medium=ECM-cpc&utm_campaign=DJI_M2C_[P]_DSA_Generica_ES_DJI_Geral_none_final&cd=&mig=ok&z=&utm_term=&utm_content=&gad_source=1&gclid=Cj0KCQjw4MSzBhC8ARIsAPFOuyVk5sQocJm5nCbTpM-1GmSVHq_V7lhbS0mwEwGuAGoxWjXimoKNX3oaAg0aEALw_wcB). Acesso em: 18 jun. 2024.

BORGES, Rodrigo Cella; SILVA, Sávio Torres da. **Usos de drones em estudos ambientais**. 71 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande/MS, 2018-2. [Online]. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Savio-Torres-Da-Silva-2/publication/330834388_USOS_DE_DRONES_EM_ESTUDOS_AMBIENTAIS/links/5c561a4892851c22a3a4b516/USOS-DE-DRONES-EM-ESTUDOS-AMBIENTAIS.pdf. Acesso em: 08 mai. 2024.

BRASIL. CASA CIVIL. **Lei. 6.514, de 22 de dezembro de 1977**. Altera o capítulo V do título II da consolidação das leis do trabalho, relativo à segurança e medicina do trabalho e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 22 dez. 1977. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6514.htm. Acesso em: 8 mai. 2024.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Normas regulamentadoras - NR**. Publicada em 22 de outubro de 2020 e atualizada em 14 de fevereiro de 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/assuntos/inspecao-do-trabalho/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/normas-regulamentadoras-nrs>. Acesso em: 07 jun. 2024.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR 18 - Segurança e saúde no trabalho na indústria da construção**. Publicada pela portaria MTb nº 3.214 de 8 de junho de 1978 e alterada pela portaria SEPTB nº 3.733 de 10 de fevereiro de 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-18-nr-18>. Acesso em: 07 jun. 2024.

BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR 35 - Trabalho em altura**. Publicada pela portaria MTb nº 3.214 de 8 de junho de 1978 e alterada pela portaria MTE nº 3.903 de 18 de dezembro de 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-35-nr-35>. Acesso em: 07 jun. 2024.

BRITO, Fábio Brandão; NUNES, Emile Vitoria da Silva; MORAIS, Gilsia Fabiane Oliveira. Inspeções de sistema de segurança na construção civil com uso de VANT. **Anais da Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT) do IFS**, Sergipe, v. 1, n. 1, p. 468-471, 2019. Disponível em: <https://periodicos.ifs.edu.br/periodicos/SNCT/article/view/1180>. Acesso em: 8 mai. 2024.

CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Mercado de trabalho da construção registra crescimento em janeiro**. Publicada em 15 de março de 2024. Disponível em: <https://cbic.org.br/mercado-de-trabalho-da-construcao-registra-crescimento-em-janeiro/#:~:text=O%20setor%20da%20constru%C3%A7%C3%A3o%20apresentou,mesmo%20per%C3%ADodo%20do%20ano%20anterior>. Acesso em: 20 mai. 2024.

FEITAL, Marcelo Rosa. **Uso de VANT (Veículo aéreo não tripulado) para inspeção de projetos de construção civil**. 35 f. 2017. Monografia (especialização em gerenciamento de projetos) - Instituto de educação continuada, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Juiz de Fora/MG, 2017. Disponível em: <https://pmkb.com.br/uploads/tcc-marcelo-rosa-feital.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2024.

GHEISARI, Masoud; ESMAEILI, Behzad. Unmanned aerial systems (UAS) for construction safety applications. **Construction Research Congress**, p. 2642-2650, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/303515436_Unmanned_Aerial_Systems_UAS_for_Construction_Safety_Applications. Acesso em: 29 fev. 2024.

IBEC - Instituto Brasileiro de Engenharia de Custos. **Veja os principais tipos de acidentes na construção civil**. Publicado em 19 de agosto de 2020. Disponível em: <https://ibecensino.org.br/tipos-de-acidentes/>. Acesso em: 26 mar. 2024.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades IBGE**. Publicado em 22 de dezembro de 2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/mossoro/panorama>. Acesso em: 26 mar. 2024.

IRIZARRY, Javier; GHEISARI, Masoud; WALKER, Bruce N. Avaliação da usabilidade da tecnologia de drones como ferramenta de inspeção de segurança. **ITcon - Journal of Information Technology in Construction**, v. 17, p. 194–212, 2012. Disponível em: <https://www.itcon.org/paper/2012/12>. Acesso em: 29 fev. 2024.

LISBOA, Diogo; SENA, Ana Beatriz; AGUIAR, Anna Beatriz; BARROSO, Eliete; FERREIRA, MARCIO. Utilização do VANT para inspeção de segurança na construção de uma avenida em Belém-PA. In: XVI CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL, 2018, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABGE, 2018, 9 p. Disponível em: https://www.schenautomacao.com.br/cbge/envio/files/trabalho_237.pdf. Acesso em: 19 jun. 2024.

MARQUES, Aline Míriam; PINTO, Augusto Eduardo Miranda; MOREIRA, Marcos Antônio Cruz. Segurança do trabalho nos canteiros de obras: percepção dos trabalhadores quanto aos riscos no ambiente laboral. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, Ano 06, Ed. 06, v. 07, p. 05-29, 2021. Disponível em: [https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-ambiental/trabalho-nos-canteiros#:~:text=Na%20constru%C3%A7%C3%A3o%20civil%20ocorreram%20um,emprego%20\(ANAMT%2C%202019\)](https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-ambiental/trabalho-nos-canteiros#:~:text=Na%20constru%C3%A7%C3%A3o%20civil%20ocorreram%20um,emprego%20(ANAMT%2C%202019)). Acesso em: 25 mar. 2024.

MELO, Roseneia Rodrigues Santos. **Diretrizes para inspeção de segurança em canteiros de obra por meio de imageamento com veículo aéreo não tripulado (VANT)**. 160 f. 2016. Dissertação (Mestrado em engenharia civil) - Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador/BA, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/22635>. Acesso em: 22 fev. 2024.

NERY, Lucas Mateus da Costa; PIMENTA, Jones Silva Amanajas; BRAGA, Jefferson Steve Silva. O uso de veículos aéreos não tripulados na construção civil e suas contribuições no Brasil. In: III SIMPÓSIO NACIONAL DE GESTÃO E ENGENHARIA URBANA: SINGEORB, 2021, Maceió. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2021. p. 558-565. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/singeurb/article/view/1085>. Acesso em: 30 mai. 2024.

PEREIRA, Valdir Moraes. Inspeção de fachadas com veículo aéreo não tripulado (VANT). **Integração revista de ensino, pesquisa e extensão**, ano 22, v. 24, n.3, p. 95-111, 2022. Disponível em: <https://ojs.periodicos.unis.edu.br/index.php/interacao/article/view/719>. Acesso em: 19 jun. 2024.