

MONITORAMENTO E CONTROLE DA SEGURANÇA EM CANTEIRO DE OBRAS APOIADO POR VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS (VANT) – ESTUDO DE CASO¹

MELO, R. R. S., Universidade Federal da Bahia, email: roseneia.engcivil@gmail.com; COSTA, D. B., Universidade Federal da Bahia, dayanabcosta@ufba.br; SILVEIRA, B. F., Universidade Federal da Bahia, brunofalcon.s@hotmail.com

ABSTRACT

The construction industry is known by the high accident rates, which could be associated with the inefficiency of the safety management system and the lack of mechanism to assist the identification of risks. Recent studies have provided important results concerning the application of emerging technologies, such as Unmanned Aerial Vehicles (UAVs), to support safety monitoring on site construction. This paper aims to propose a systematic of safety monitoring and control integrating the use of UAVs to safety management system on jobsite. This study was based on a case study on residential construction project. It was conducted weekly flights for safety monitoring with visual assets collection. Based on these assets, safety requirement assessment was carried out at weekly basis using a checklist integrated to the safety management system of the construction project. The safety requirements monitored with UAV corresponded to 31% of the ones verified by the project's safety checklist. The results showed a high level of safety conformity, indicating the project's commitment to the safety rules. The main contribution of this paper is the use of the UAV into the safety monitoring process, contributing with identification of unsafe conditions and conflicts between safety and production.

Keywords: Construction. Safety monitoring. Unmanned Aerial Vehicles (UAV).

1 INTRODUÇÃO

A dificuldade enfrentada quanto ao processo de monitoramento e inspeção das condições de trabalho é um dos problemas destacado pela gestão da segurança nos canteiros de obras (PARK e KIM, 2013). Este desempenho justifica-se pela ausência de ferramentas para avaliação de riscos de forma realística, assim como, fatores relacionados com o tamanho do canteiro, quantidade de atividades realizadas simultaneamente e insuficiência de pessoal para realizar as inspeções (SAURIN et al., 2005; PARK e KIM, 2013).

Pesquisas recentes têm buscado aplicar tecnologias emergentes, como o VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado), que significa toda aeronave não tripulada com finalidade diversa de recreação (ANAC, 2017). O uso desta tecnologia vem ganhando destaque na construção civil, em especial em atividades relacionadas a inspeção e monitoramento, devido ao elevado potencial de visualização das condições de segurança por meio dos ativos visuais (fotos e vídeos) coletados (IRIZARRY e COSTA, 2016; MELO et al., 2017).

Dentre os estudos realizados, Gheisari e Esmaili (2016) identificaram práticas

¹ MELO, R. R. S., COSTA, D. B., SILVEIRA, B.F. Monitoramento e Controle da Segurança em Canteiro de Obras Apoiado por Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT) – Estudo De Caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2018.

de segurança que podem ser melhoradas com o uso do VANT, tais como, monitoramento de trabalhadores em áreas próximas a içamento de carga (gruas e guindastes), inspeção de equipamento de proteção individual (EPI), entre outros. Melo et al. (2017) buscaram avaliar a aplicabilidade do uso do VANT para inspeção de segurança, por meio de inspeções em canteiros reais com aplicação de checklist de segurança baseado na NR 18. Os resultados mostraram que os ativos coletados podem colaborar com o processo de inspeção por meio da melhor visualização das condições de trabalho, como por exemplo, a inspeção de equipamentos de proteção coletiva, layout e organização do canteiro e disposição de resíduos.

Dessa forma, os estudos recentes apontam que o uso do VANT pode auxiliar no monitoramento dos processos, contribuindo com o aumento da transparência, agilidade na identificação dos problemas e redução do tempo de inspeção de segurança (KIM e IRIZARRY, 2015; MELO et al., 2017). Entretanto, destaca-se a carência de estudos que permitam avaliar o uso do VANT de forma integrada ao sistema de gestão da segurança.

Em vista disso, este artigo tem como objetivo propor uma sistemática de monitoramento e controle da segurança com o uso do VANT integrado ao sistema de gestão da segurança do canteiro. Esta pesquisa faz parte de uma tese de doutorado que visa desenvolver e avaliar um modelo de Planejamento e Controle de Segurança para canteiros de obras com base em conceitos de Engenharia de Resiliência e tecnologias visuais.

2 MÉTODO DE PESQUISA

Para esse estudo a estratégia de pesquisa adotada foi o estudo de caso, sendo desenvolvido, conforme Figura 1.

Figura 1 – Delineamento da pesquisa



Fonte: Os autores

O estudo foi realizado em uma obra residencial cujas características estão apresentadas no Quadro 1, no período de outubro de 2017 a fevereiro de 2018.

Quadro 1 – Descrição do empreendimento e da equipe de segurança

Descrição empreendimento	Composição da equipe de Segurança
Empreendimento Minha Casa Minha Vida Área Total: 22.800 m ² Total de 400 unidades Prazo de Construção: 16 meses Tecnologias Construtivas: Estrutura em parede de concreto Quantidade de funcionário: 90 (atual)	Coordenador de Segurança (Regional) Supervisor de Segurança (Regional) 3 Técnicos de Segurança (1 técnico área externa; 1 técnico responsável pela OHSAS e 1 técnico responsável pela parede de concreto); Técnico de Enfermagem (Regional).

Fonte: Os autores

A etapa inicial visou entender o processo de monitoramento e controle da segurança realizado pela obra por meio de entrevistas com os técnicos e engenheiro de segurança. Sendo possível identificar os pontos críticos de segurança, a fim de propor a integração do VANT a rotina de monitoramento do canteiro.

A segunda etapa envolveu a adaptação do checklist de segurança para monitoramento com VANT. Inicialmente, foi identificado na empresa estudada um checklist para avaliação das condições de segurança no canteiro contemplando 294 itens (incluindo documentação, requisitos internos e externos), aplicado com periodicidade mensal. Em seguida, buscou-se adaptar o checklist de segurança utilizado pela obra com base nos requisitos possíveis de serem visualizados com o VANT (visualização externa).

Os requisitos de segurança a serem monitorados com VANT foram

classificados segundo o grau de risco da atividade (P1 – risco baixo; P2 – risco intermediário e P3 – risco elevado). A fim de buscar dar uma maior ênfase em situações de maior risco de acidente, como a execução de trabalho na periferia das edificações e proteções coletivas contra queda.

O checklist utilizado para a inspeção na obra estudada contou com 118 itens, subdivididos em 13 categorias (Figura 2). Dos 118 itens, 90 itens foram extraídos do checklist de segurança já realizado pela obra, e 28 itens foram complementados com base no checklist utilizado por Melo et al. (2017).

Figura 2 – Resumo dos itens de segurança avaliados e suas categorias



Fonte: Os autores

Após a adaptação do checklist de segurança, uma sistemática de monitoramento e controle da segurança com VANT foi proposta (Figura 3), sendo está estruturada em três etapas: (a) planejamento de missão, (b) coleta de dados em canteiro e a (c) aplicação do checklist de segurança proposto.

Figura 3 – Sistemática de monitoramento e controle da segurança com VANT



Fonte: Os autores

A análise das condições de segurança do canteiro foi realizada baseada nos seguintes tópicos: (a) avaliação do grau de conformidade de segurança; (b) identificação de não conformidades e condições inseguras e (c) integração do VANT no monitoramento e controle da segurança.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste item serão discutidos os resultados das análises apresentadas anteriormente.

3.1 Avaliação do grau de conformidade de segurança

Esta análise consiste na verificação do percentual de conformidade de segurança dos itens monitorados semanalmente com VANT (Figura 4). Este indicador é calculado, como sendo a razão entre o somatório dos pesos dos itens conformes e o somatório dos pesos dos itens verificados.

Figura 4 – Gráfico do indicador de conformidade de segurança semanal



Fonte: Os autores

Na Figura 4 é possível visualizar a melhoria das condições de segurança ao longo das visitas. As duas primeiras visitas apresentaram resultados abaixo de 70%, devido as alterações no layout durante o processo de implantação do canteiro. A partir da sétima semana de monitoramento nota-se um índice de conformidade acima de 90%, representando um maior comprometimento no cumprimento das exigências normativas e controle das condições de trabalho.

Ao analisar com maior detalhamento os itens inspecionados como não conforme (Figura 5), foi possível observar que cerca de dois terços das ocorrências (37 não conformidades) pode ser representada por cinco itens do checklist. O item de maior ocorrência foi a ausência da utilização dos EPI's pelos colaboradores (21% - 12 ocorrências), um problema recorrente na construção civil.

Dessa forma, através do mapeamento das não conformidade foi possível atuar com maior ênfase na proposição de medidas mitigadoras, destacando os riscos de possíveis acidentes.

Figura 5 – Frequência das não conformidades



Fonte: Os autores

3.2 Identificação de não conformidades e situações inseguras

Embora o checklist de segurança adotado contemple 118 itens, algumas situações de risco não discriminadas no checklist foram identificadas durante o monitoramento. Destaca-se a improvisação de bancadas para corte de madeira no meio do canteiro, visando diminuir o deslocamento e aumentar a produtividade (Figura 6). As bancadas foram instaladas próximas a escavações com vergalhões sem proteção e em lugares que dificultam o deslocamento dos colaboradores, potencializando o risco de acidente.

Figura 6 – Bancada de madeira para corte – improvisada, instalada no meio do canteiro.



Fonte: Os autores

A falta de isolamento das escavações foi frequentemente identificada nos monitoramentos realizados (Figura 7). Os trabalhadores durante as atividades acabavam por retirar o isolamento e não o recolava ao término das atividades, causando o risco de queda aos demais trabalhadores que

transitavam pelo local. Com base no monitoramento constante, a equipe de segurança optou-se por modificar o tipo de isolamento, reduzindo assim as ocorrências.

Figura 7 – Isolamento das escavações.



Fonte: Os autores

Além dos problemas frequentes, outras condições inseguras foram identificadas (Figura 8). Como por exemplo, o descarregamento das manilhas de concreto de forma insegura, devido à falta de equipamento de içamento de carga (Figura 8a); a ausência de proteção nos vergalhões durante à atividade de escavação dos blocos de fundação (Figura 8b), e o uso de andaime sem o sistema de guarda-corpo e rodapé especificado por norma, potencializando o risco de acidente de queda em altura (Figura 8c).

Figura 8 – Identificação de condições de trabalho insegura.



Fonte: Os autores

3.3 Integração do VANT no monitoramento e controle da segurança em canteiro.

O processo de integração do VANT ao sistema de gestão de segurança envolve as etapas de adaptação de checklist, coleta de dados com VANT, identificação de não conformidade por meio dos ativos visuais coletados, feedback imediato logo após o voo e envio de relatórios. O uso do VANT possibilitou o monitoramento semanal dos itens externos, antes realizado mensalmente. Além da geração de indicadores de segurança e discussão dos resultados com a equipe de segurança.

Os resultados apontam o potencial do VANT na identificação de situações inseguras, para os casos de risco iminente de acidente buscou-se fornecer feedback imediato, logo após o voo. Dessa forma, foi possível por meio da conscientização da equipe de segurança sobre a atual situação do canteiro, agilizar o processo de tomada de decisão, e conseqüentemente aumentar a eficiência no controle das situações de perigo.

Em alguns casos, observou-se que a maioria das situações de risco de acidentes são geradas devido a falhas no planejamento e controle da segurança, especialmente devido à falta de integração entre produção e segurança.

Embora o real estado das condições de trabalho no canteiro seja de conhecimento de ambas as equipes (produção e segurança). A apresentação dessas situações a todos os intervenientes por meio de relatório semanais tem gerado uma maior visibilidade das condições de trabalho, proporcionando um ambiente para discussões entre a equipe de segurança e produção na resolução dos problemas.

Ao longo do trabalho, algumas melhorias foram implementadas, como a mudança do material do isolamento das escavações, a melhor organização da área de trabalho e atuação constante quanto ao uso do EPI. No entanto, tais medidas são pontuais, sendo necessário um maior esforço na integração entre o planejamento e controle da produção e segurança, a fim de reduzir conflitos e antecipar os riscos.

Quanto ao uso da tecnologia VANT, apesar dos benefícios no monitoramento e controle da segurança, ainda se observa dificuldades quanto a proposição de ações corretivas em tempo hábil. Especialmente as ações relacionadas a falha no planejamento das atividades e ausência de equipamentos e sistemas de segurança.

4 CONCLUSÕES

Este artigo buscou propor uma sistemática de integração do uso do VANT no monitoramento e controle da segurança em canteiro de obras. Inicialmente buscou-se entender o sistema de gestão e adaptar o checklist de segurança para monitoramento com o VANT. Foi realizado um estudo de caso em empreendimento residencial, totalizando 20 semanas de monitoramento das condições de segurança.

Como principal contribuição destaca-se que o monitoramento frequente com VANT das condições de segurança proporcionou uma maior visibilidade das situações de risco, promovendo discussões entre as equipes de segurança e produção para a resolução dos problemas.

No entanto, cabe ressaltar que apesar dos benefícios do uso de tecnologias visuais no monitoramento e controle da segurança, faz-se necessário o incentivo e desenvolvimento de práticas para integração entre o planejamento e controle da produção e segurança.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). Regulamento Brasileiro da aviação Civil Especial (RBAC-E nº94). Brasília, DF: 2017.

GHEISARI, M.; ESMAEILI, B. Unmanned Aerial Systems (UAS) for construction safety applications. In: Construction Research Congress, San Juan, 2016. **Anais...**San Juan: CRC, 2016, p. 2642-2650.

IRIZARRY, J.; COSTA, D. B. Exploratory study of potential applications of unmanned aerial systems for construction management tasks. **Journal of Management in Engineering**, v. 32, n. 3, p. 05016001, 2016.

KIM, S.; IRIZARRY, J. Exploratory study on factors influencing UAS performance on highway construction projects: as the case of safety monitoring systems. In: Conference on Autonomous and Robotic Construction of Infrastructure, Ames, 2015. **Anais...**Ames, 2015.

MELO, R. R. S.; COSTA, D. B.; ÁLVARES, J. S.; IRIZARRY, J. Applicability of unmanned aerial system (UAS) for safety inspection on construction sites. **Safety science**, v. 98, p. 174-185, 2017.

PARK, C.; KIM, H. A framework for construction safety management and visualization system. **Automation in Construction**, v. 33, p. 95-103, 2013.

SAURIN, T. A. FORMOSO, C.T.; CAMBRAIA, F.B.; HOWELL, G. A cognitive systems engineering perspective of construction safety. In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 13., 2005, Sydney. **Anais...** Sydney: IGLC, 2005.