



ConBRepro

X CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



EVENTO
ON-LINE

02 a 04
de dezembro 2020

MODELO DE ANÁLISE E AVALIAÇÃO DE RISCO COM A UTILIZAÇÃO DE VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO: ESTUDO REALIZADO EM UMA CONSTRUTORA

Ana Carolina de Souza Santos

FUCAP Univinte

Thaynan Santana Bezerra

FUCAP Univinte

Rafael Vieira Mathias

FUCAP Univinte

Fabício de Aguiar Joaquim

FUCAP Univinte

Resumo: No ramo da construção civil, a crescente demanda e a exigência de prazos menos para os projetos, tem influenciado no aumento do risco de acidentes. Visto isso, essa pesquisa teve como objetivo propor um modelo de análise e avaliação das condições de trabalho em grandes alturas no ramo da construção civil com a utilização de veículos aéreos não tripulados (VANT's), possibilitando uma avaliação mais ágil e segura com menor intervenção física de indivíduos nas áreas potencialmente de risco. Para isso foi realizado um estudo em uma construtora, com coletas de dados por meio de entrevista para identificação do método de análise de risco e os principais motivadores apurados de acidentes em grandes alturas. Ainda, utilizou-se relatórios gerenciais, registros históricos de acidentes que ocorreram na execução de projetos anteriores, constituindo uma árvore de falhas. Os resultados obtidos caracterizaram um conjunto de fatores denominados barreiras e benefícios encontrados para o processo de análise e avaliação por meio do uso de veículos aéreos não tripulados. Assim como sua eficiência e praticidade na captura de imagens para apurações de acidentes e seus motivadores.

Palavras-chave: Construção Civil. Análise de Risco. Árvore de Falhas. Veículo aéreo não tripulado.

MODEL OF ANALYSIS AND RISK EVALUATION WITH THE UTILIZATION OF UNMANNED AIR VEHICLE: STUDY CARRIED OUT IN A CONSTRUCTOR

Abstract: In the field of civil construction, the growing demand and the demand for shorter deadlines for projects has influenced the increase in the risk of accidents. In this sense, this research aimed to propose a model of analysis and evaluation of working conditions at high altitudes in the field of civil construction with the use of unmanned aerial vehicles (UAVs), enabling a more agile and safe assessment with less physical intervention of individuals in the potentially risk areas. To this end, a

study was carried out in a construction company, with data collection through an interview to identify the method of risk analysis and the main drivers of accidents at high altitudes. Management reports were used, historical records of accidents that occurred in the execution of previous projects, constituting a fault tree. The results obtained characterized a set of factors called barriers and benefits found for the process of analysis and evaluation through the use of unmanned aerial vehicles. As well as its efficiency and practicality in capturing images for accidents and their motivators.

Keywords: Construction. Risk analysis. Fault tree. Unmanned aerial vehicle.

1. Introdução

O ramo da construção civil no Brasil sempre teve uma representação significativa na economia nacional, tendo como principal demanda projetos residenciais, isso devido a incentivos provenientes de programas governamentais de financiamento habitacional. Por consequência, as atividades ligadas a esse ramo têm atraído profissionais de diversas especialidades, com técnicas e tecnologias cada vez mais inovadoras, proporcionando um aumento na produtividade e competitividade frente ao mercado (DEDOBBELEER & BÉLAND, 1991).

A crescente demanda deste ramo de atividade, têm pressionado as organizações a entregar projetos com prazos cada vez mais curtos, isso vem preocupado autoridades legais e a academia quanto as condições de trabalho dos profissionais e o arranjo físico dos canteiros de obras. Esses são considerados os principais fatores que influenciam nos andamentos das atividades em uma construção civil, principalmente no que se refere a prevenção dos trabalhadores contra acidentes no trabalho (SAWACHA; NAOUM & FONG, 1999).

Segundo CAMISASSA (2015), o Brasil ocupa a 4ª colocação em ocorrências de acidentes de trabalho no mundo, ficando atrás da China, Índia e Indonésia. Segundo dados da Previdência Social, em 2013 foram registrados 717.911 acidentes ou doenças relacionadas a atividades do trabalho no Brasil, destes 2.797 trabalhadores vieram a óbito. No ramo da construção civil totalizou-se 61.889 acidentes típicos, de trajeto ou doenças. Em 2012, a mortalidade na construção civil foi duas vezes maior do que outras atividades econômicas, 17,1 ocorrências para cada 100.000 trabalhadores, atingindo o seu maior registro nos últimos dez anos.

De acordo com o histórico estatístico do Ministério da Previdência Social, o setor da construção possui um número elevado de acidentes de trabalho, e tipicamente de alta gravidade, resultando em incapacidades permanentes e óbitos (GUETHS, 2009). Estes acidentes por sua vez, tem apresentado custos elevados para as empresas, segundo o autor, os acidentes de trabalho apresentam resultados negativos para o empregador, governo, e o sistema de saúde. Por este motivo, tem se evidenciado a necessidade de investimento em treinamentos, avaliações de riscos de acintes e novas tecnologias com o propósito de prevenir problemas futuros.

As técnicas e inovações tecnológicas tem colaborado para melhoria da qualidade nas construções civis, assim como na redução do tempo e dos custos de projeto. Algumas dessas inovações são: impressão 3D, sensores vestíveis, contrapiso autonivelante, Building Information Modeling (BIM).

Diante deste contexto, o objetivo desta pesquisa é propor um modelo de análise e avaliação das condições de trabalho em grandes alturas do ramo da construção civil com a utilização de veículos aéreos não tripulados (VANT'S), possibilitando uma avaliação ágil e segura com menor intervenção física de indivíduos nas áreas consideradas de risco.

2. Contextualização da segurança do trabalho na construção civil

As atividades relacionadas com a construção civil são responsáveis pelos altos índices de acidentes de trabalho no Brasil, para Camisassa (2015) as principais causas estão relacionadas com quedas em alturas, soterramento e choque elétrico.

Segundo Rocha et al. (2000), a construção civil, assim como as atividades do setor privado, prioriza na obtenção de lucros por meio da redução de custos do próprio processo de trabalho, acarretando o “não” investimento em Segurança do Trabalho.

As legislações brasileiras relacionadas a segurança do trabalho são compostas por normas regulamentadoras, portarias, leis complementares, decretos e resoluções definidas pela Organização Internacional do Trabalho (OIT). Segundo Santos (2013), estes determinam que o SESMT (Serviço Especializado em Engenharia de Segurança do Trabalho).

Com o propósito de garantir a segurança e saúde do trabalho na construção civil, as empresas tem que aplicar e cumprir normas regulamentadoras descritas na Portaria 3.214, de 8 de junho de 1978, do Ministério do Trabalho e Emprego, são elas NR 5, NR 6, NR 18, NR 24 e NR 35. O significado de cada uma dessas normas pode ser melhor observado no Quadro 1.

Tabela 1 – Normas exigidas na construção civil

NORMA	REFERÊNCIA	FINALIDADE
NR 5	Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – CIPA	Determina a instituição das CIPAs, que observa e relata as condições de risco no ambiente de trabalho e solicitar medidas para reduzir até eliminar os riscos existentes e/ou neutralizar os mesmos.
NR 6	Equipamento de Proteção Individual	Determina que as empresas forneçam aos empregados, gratuitamente, o EPI adequado ao risco, em perfeito estado de conservação e funcionamento.
NR 18	Condições Sanitária e de Conforto nos Locais de Trabalho	Estabelecer diretrizes de ordem administrativa de planejamento e de organização que objetivam a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos de segurança nos processos, nas condições e nos meios ambiente de trabalho na Indústria da Construção.
NR 24	Condições Sanitária e de Conforto nos Locais de Trabalho	Trata sobre as instalações elétricas, vestiários, refeitórios e todas as questões pertinentes sobre higiene e conforto.
NR 35	Trabalhos em alturas	Estabelecer os requisitos mínimos e as medidas de proteção para o trabalho em altura, envolvendo desde o planejamento e organização até a execução, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores envolvidos direta ou indiretamente com a atividade.

Fonte: Ginani et al. (2017).

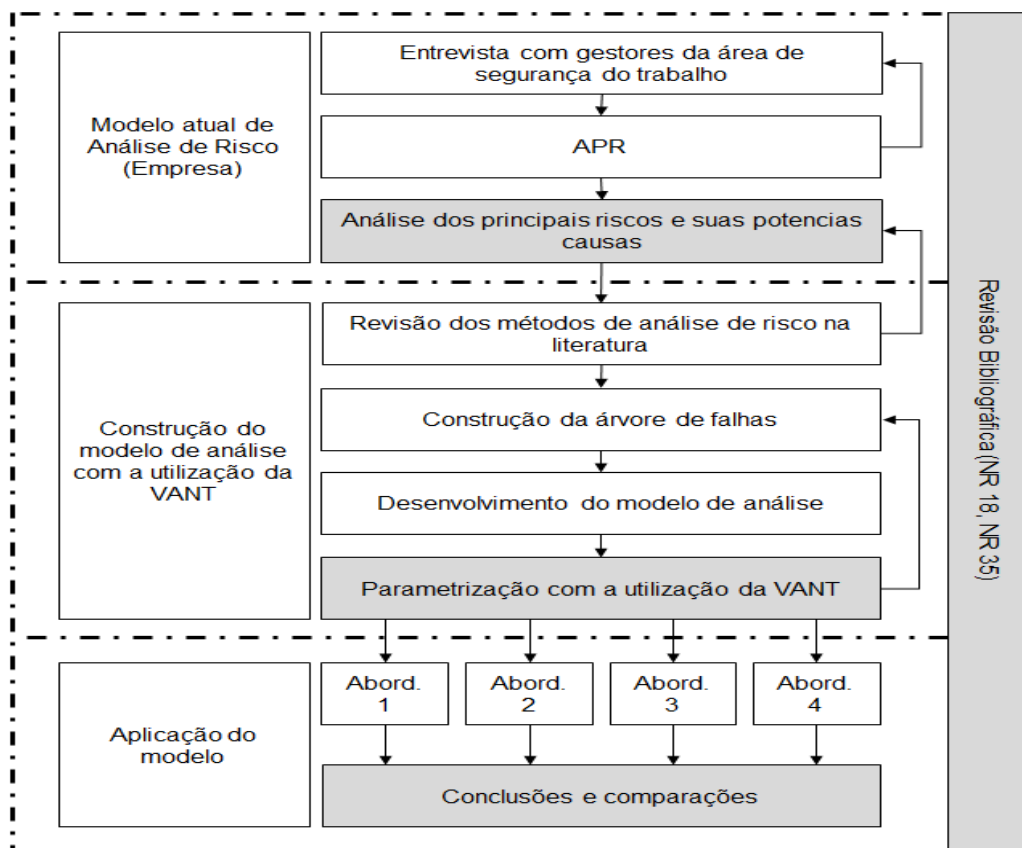
Como o objetivo desta pesquisa é propor um modelo de análise e avaliação das condições de trabalho em grandes alturas no ramo da construção civil, as normas NR18 e NR35 serão consideradas para metodologia deste artigo.

3. Materiais e métodos

Essa pesquisa é de natureza qualitativa e aplicada. Qualitativa por não utilizar dados estatísticos como o centro do processo de análise da problemática apresentada, e aplicada por ter o propósito de solucionar ou reduzir problemas relacionados com acidentes de trabalho nos canteiros de obra na construção civil (PRODANOV E FREITAS, 2013).

Para suprir o objetivo de pesquisa proposto, foi organizado e executado três fases conforme a Figura 1.

Figura 1 – Fases da Pesquisa



Fonte: Autores (2020).

A primeira fase compreendeu na coleta de dados em uma construtora localizada na grande Florianópolis. A mesma opera em grandes empreendimentos, desde obras de infraestruturas, provenientes de serviços prestados a órgãos governamentais, a prédios habitacionais.

Na fase seguinte foi definido um modelo de análise de riscos com a utilização da VANT. Por fim, se definiu quatro grupos de abordagens, determinados locais e potenciais causas de futuras.

3.1 Coleta e Tratamento de Dados

Os dados coletados na empresa tiveram o propósito de identificar o método de análise de risco e os principais motivadores de acidentes em grandes alturas, assim como identificar os principais pontos a serem analisados de uma obra civil. A coleta destes dados foi por meio de entrevistas estruturadas com o gestor de projetos, gerente de execução e mestres de obras da empresa. Ainda, foram utilizados relatórios gerenciais, registros históricos de acidentes que ocorreram na execução de projetos anteriores.

Em conjunto com o técnico de segurança da empresa, foram abordados métodos atuais de análise de riscos. Desta forma, foram definidos parâmetros atuais de averiguação de riscos potenciais e sua APR.

A APR é a primeira técnica aplicada durante a análise de riscos de projetos em fase de concepção, principalmente nos projetos de inovação tecnológica, por não possuírem

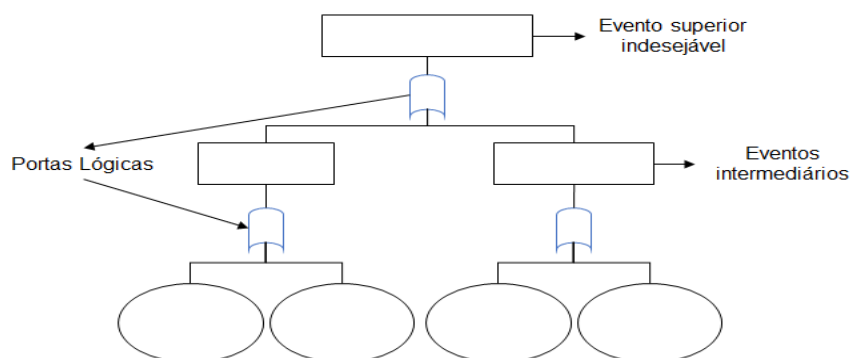
maiores informações dos seus riscos. Suas principais vantagens são: identificação com antecedência e conscientização dos perigos em potencial por parte da equipe de projeto e identificação e/ou desenvolvimento de diretrizes e critérios para a equipe de desenvolvimento do processo. É realizada por meio de listagem dos perigos associados aos elementos do sistema, como definido no estágio de concepção ou do começo do projeto (AMORIM, 2010).

Para definição do modelo de análise de riscos com a utilização da VANT, foi realizada uma revisão dos principais métodos de análise de risco presentes na literatura. Munido com os dados anteriormente coletados na empresa alvo desta pesquisa, realizou-se uma compilação do método atual observado com os métodos resultantes da revisão da literatura, definindo as árvores de falha a fim de definir um modelo de análise de risco, pontuando as principais causas que levam aos recorrentes acidentes em obras civis.

Com a definição do modelo de análise de risco, considerando dados atuais da empresa juntamente com a revisão da literatura e a análise da Árvore de Falhas, necessitou parametrizar o modelo com a utilização da VANT para grandes alturas.

A árvore de falhas compreende no método que analisa produtos e processos, permitindo a avaliação sistemática e padronizada de possíveis falhas, relacionando com suas consequências, orientando a adoção de medidas preventivas ou corretivas (HELMAN, ANDERY, 1995). A árvore de falhas permite a dispersão de informações extremamente rápida e de fácil visual.

Figura 2 – Estrutura básica da árvore de falhas



Fonte: Ruijters e Stoelinga, 2015.

Conforme Araújo (2011) a avaliação dessa técnica é feita por meio da fragmentação das ocorrências de um sistema, admitindo elaborar uma série gráfica do evento, demonstrando, dados sobre o caminho crítico, e ainda quais as etapas devem ser corrigidas. Ainda, permite a dispersão de informações rápida e de fácil interpretação, suas etapas se baseiam nos cenários de existência de riscos.

Desta forma, se definiu quatro grupos de abordagens, determinando locais e potenciais causas de futuros acidentes a serem investigados com o equipamento, que para esta pesquisa foi escolhido o Drone como equipamento. Essas abordagens buscaram locais e formas diferentes de evidenciar potenciais riscos, como se fossem roteiros de voos.

A análise dos resultados teve como principal pretensão, comparar o modelo atual sem a utilização da VANT e com a inserção deste equipamento. Em todas as fases foram consideradas as NR18 e NR35 como parâmetro de análise.

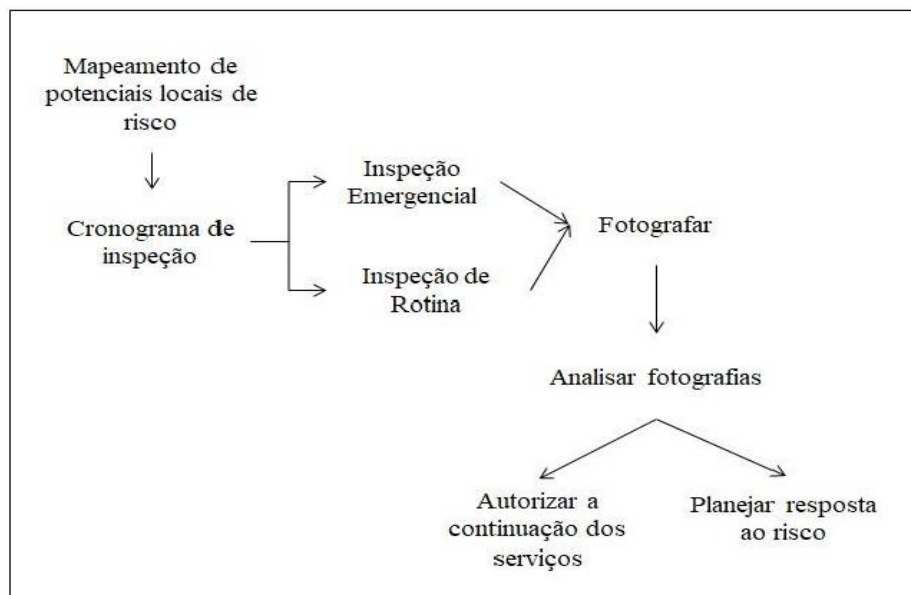
O local de estudo foi definido juntamente com a empresa alvo desta pesquisa, onde se deu preferência a projetos com mais de 10 pavimentos e que não estejam em estado avançado de execução.

4. Apresentação e análise dos resultados

Como a empresa, alvo desta pesquisa, possui muitos projetos a serem executados, foi escolhido conforme os parâmetros de escolha, previsto no item de procedimentos metodológicos desta pesquisa, um empreendimento Residencial de Médio Padrão composto por uma única torre com 26 pavimentos, sendo 4 apartamentos por andar, totalizando 104 apartamentos.

Atualmente o processo de monitoramento e inspeção da segurança é executado nesse projeto por técnicos de segurança, com o apoio da equipe de gestão da obra. Os procedimentos utilizados pela empresa podem ser observados na Figura 3.

Figura 3 – Procedimentos para análise de riscos atual



Fonte: Os autores (2020).

Os procedimentos adotados atualmente envolvem o mapeamento pelo corpo técnico dos principais pontos de risco, dependendo o tipo de risco a inspeção deverá ser realizada em caráter emergencial ou de rotina. Nesses pontos, os responsáveis devem fotografar todo o ambiente, com essas fotos é realizada uma análise em conjunto com engenheiros e técnicos de segurança. Caso não seja identificado algum problema, será autorizada a continuação das atividades da obra, caso contrário é construído um planejamento de resposta ao risco identificado.

Em todo esse processo de identificação dos riscos, se faz necessário que os gestores designem um profissional para ir aos locais. Em caso de acidente, este profissional poderá também está em perigo.

Aliado aos procedimentos descritos na Figura 3, a análise de risco é feita através de uma APR.

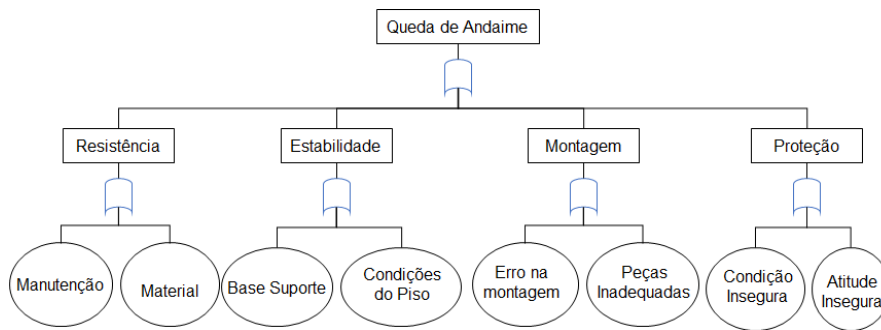
4.1 Análise da Árvore de Falhas

Sabendo-se que esta técnica é uma ferramenta auxiliar na identificação de potenciais falhas em um projeto civil, foi realizada uma análise e entrevista com o técnico em segurança do

trabalho da empresa, de forma que determinassem quais a combinações de falhas pudessem causar os eventos-topo que neste caso são as quedas de andaime, escadas, telhado e materiais.

Na Figura 4, é analisado a queda de andaime que possui os mais variados eventos das quedas.

Figura 4 – Queda de Andaime

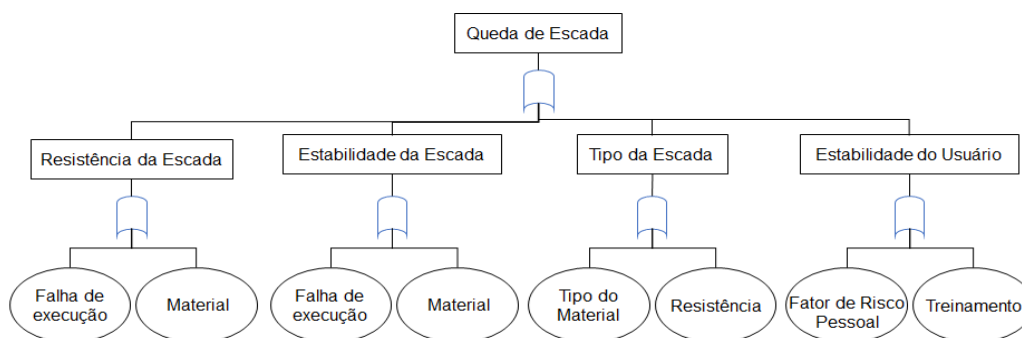


Fonte: Autores, 2018.

Conforme a Figura 4, o evento de queda de andaime está relacionado com a resistência, onde o evento o mau funcionamento da manutenção ou do material. A estabilidade tem como evento o mau funcionamento da base suporte e das condições do piso. A montagem se relaciona o mau funcionamento na execução da montagem e da utilização das peças inadequadas. A proteção tem como fator o mau funcionamento que está relacionado com o profissional, como condições inseguras e as suas atitudes e treinamento recebido. Portanto, os riscos de queda em andaime a serem analisados estão relacionados diretamente com os materiais utilizados, as condições do piso, a forma como foi montado e condições inseguras.

Na Figura 5, é mostrada a árvore de falhas da queda de escadas.

Figura 5 – AAF: queda de escada

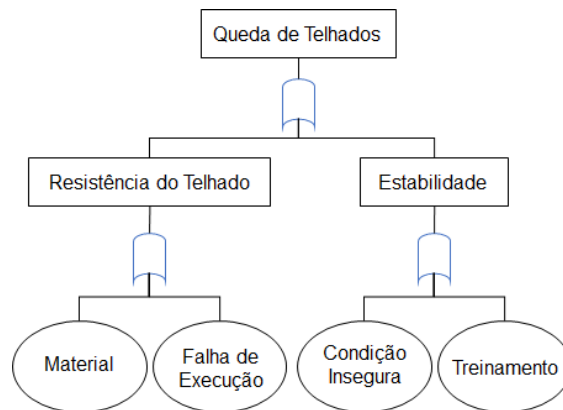


Fonte: Autores, 2018.

As quedas de escadas têm como evento causador principal a resistência da escada, o tipo da escada, estabilidade. Os eventos de mau funcionamento estão relacionados com o material, a falha na execução e resistência da escada. O fator do usuário é relativo ao seu treinamento e o risco pessoal.

Na figura 6, é apresentado a árvore de falhas referente a queda de telhado.

Figura 6 – AAF: Queda de telhado

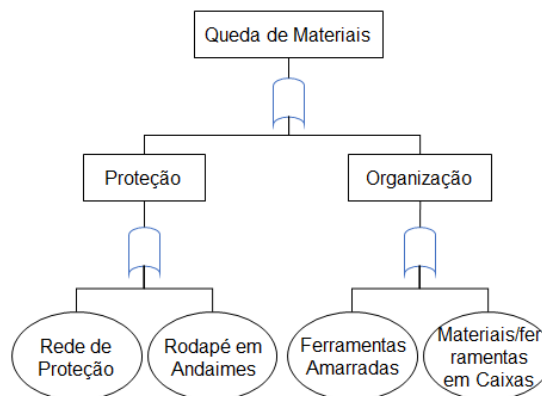


Fonte: Autores, 2018.

Os fatores que tem influência direta com as quedas do telhado, são a resistência e a estabilidade do telhado. Os maus funcionamentos nestes eventos possuem relação à resistência do telhado são os materiais e na sua execução. Já a estabilidade, o fator que poderá ocasioná-lo é o risco pessoal ou falta de equipamentos de segurança tanto pessoal quanto coletivo e até mesmo as condições inseguras na execução das atividades no telhado.

Por fim, a Figura 7 apresenta a análise da árvore de falhas de quedas de materiais.

Figura 7 – AAF: Queda de materiais



Fonte: Autores, 2018.

Os fatores que geram influência direta com as quedas de materiais têm relação com a proteção e organização na execução das atividades na obra. O evento mau funcionamento relacionado a proteção são a falta ou má instalações da rede de proteção e rodapés em andaimes. Já a organização está relacionada diretamente com a forma que os profissionais executam as suas atividades como a utilização e disposição das ferramentas amarradas e materiais ferramentas em caixas.

4.2 Modelo de Análise de Risco Utilizando VANT

A Tabela 3, apresenta um modelo de identificação e análise de risco na obra civil com a utilização de um Drone no projeto em execução do residencial da empresa alvo da pesquisa.

Tabela 3 – Modelo de análise de risco com a utilização de Drone

ABORDAGEM	LOCAL	OBJETOS A INSPECIONAR	FATORES DE ANÁLISE
Abordagem 1	Andaime	<ul style="list-style-type: none"> • Materiais; • Condições do piso; • Suportes; • Estrutura montada; • Atuação profissional. 	<ul style="list-style-type: none"> • Resistência; • Estabilidade; • Montagem; • Proteção.
Abordagem 2	Escada	<ul style="list-style-type: none"> • Materiais; • Execução da escada; • Escada finalizada; • Fator pessoal. 	<ul style="list-style-type: none"> • Resistência; • Estabilidade; • Tipo de escada; • Usuário.
Abordagem 3	Telhado	<ul style="list-style-type: none"> • Materiais; • Execução; • Condições inseguras. 	<ul style="list-style-type: none"> • Resistência; • Estabilidade.
Abordagem 4	Materiais	<ul style="list-style-type: none"> • Instalação de rede de proteção; • Rodapé em andaimes; • Ferramentas dispostas; • Fator pessoal. 	<ul style="list-style-type: none"> • Proteção; • Organização.

Fonte: Autores, 2018.

As abordagens foram definidas conforme os locais considerados de potenciais riscos segundo a empresa entrevistada e sua APR. Os objetivos e fatores de análise consideraram os principais fatores evidenciados na análise de falhas.

Com isso, pode-se determinar um modelo de operação para identificar e analisar potenciais características na execução de obras civis com o uso de VANT's. Desta forma as inspeções serão mais bem definidas e aproveitáveis, focando em possíveis problemas específicos, e não uma análise global. Assim, os planejamentos das respostas aos riscos terão maior agilidade.

4.3 Aplicação do Modelo

A coleta de dados com o VANT visou analisar as condições de segurança com trabalho em altura em uma obra residencial considerado o modelo proposto na Tabela 3.

Além de entrevistas com os colaboradores quanto ao risco e perigos associados ao uso da tecnologia e suas privacidades, neste caso optou-se por trabalhadores que estavam exercendo atividades na área externa. Para garantir a segurança e a eficiência na decolagem e pouso da aeronave utilizou-se uma checklist pré – voo e pouso.

Como resultado das abordagens por intermédio do uso do Drone foi possível identificar condições precárias de segurança principalmente os equipamentos de proteção coletiva (plataforma de proteção e guarda-corpo), e EPI (capacete, fardamento incompleto). As que apresentaram falhas graves foram a abordagens 1 e 4.

Na figura 8 é identificado o mau funcionamento quanto à instalação do andaime.

Figura 8 – Andaime suspenso



Fonte: Autores, 2018.

Observa-se que o andaime na Figura 8 está desnivelado e os trabalhadores na borda da edificação sem EPI's, ou seja, sem capacete, fardamento incompleto e cinto trava-quedas. A Figura 9 destaca as condições quanto à organização e proteção de materiais e trabalhadores.

Figura 9 – Condições adversas



Fonte: Autoras, 2018.

A aplicação do modelo com o uso de Drone se mostrou rápida e eficiente na identificação de parâmetros incorretos considerando a literatura, os modelos de análises de riscos e condições previstas nas normas técnicas.

Com a câmera acoplada, o Drone garante o manuseio através de um celular das fotos e filmagem, podendo ser ampliados para observar e destacar os detalhes da obra e suas atividades.

4.4 Análises e comparações

As condições inadequadas de trabalho podem estar associadas à falta ou ineficácia de um sistema de monitoramento de segurança com medidas e procedimentos estruturados e a necessidade de pessoal para realizar tais atividades, visto que a obra tinha apenas um técnico de segurança para todo o serviço.

Com base nos resultados buscou-se identificar um conjunto de fatores denominados barreiras e benefícios encontrados para o processo de análise e avaliação através do uso do VANT.

Tabela 5 – Barreiras e benefícios do VANT para análise de segurança

ASPECTOS	BENEFÍCIOS	BARREIRAS
Planejamento	<ul style="list-style-type: none"> - Identificação dos pontos de segurança de interesse. 	<ul style="list-style-type: none"> - Barreiras físicas (edifícios, postes, árvores, fiações elétricas, entre outros); - Condições climáticas (chuva e ventos fortes).
Coleta e processamento de dados	<ul style="list-style-type: none"> - Redução do tempo de inspeção devido à flexibilidade na monitoração das atividades; - Simplificação das etapas de inspeção por meio da eliminação do excesso de coleta manual (redução de pessoal); - Tecnologia de fácil uso. 	<ul style="list-style-type: none"> - Requisitos das Regulamentações (ex. limite de altitude); - Treinamento VANT para piloto e observador; - Pobre visualização de áreas internas.
Análise de dados e proposição de melhorias	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento da transparência das condições inseguras; - Informações detalhadas sobre condições inseguras e seguras; - Utilização dos ativos visuais e os resultados de inspeção para a educação de segurança. 	<ul style="list-style-type: none"> - Análise manual dos ativos visuais; - Necessidade de melhorar o feedback em tempo real para os trabalhadores (interação direta entre VANT e trabalhadores).
Sistema de Segurança e Pessoas	<ul style="list-style-type: none"> - Viabilidade de custo-benefício VANT (aquisição e manutenção tecnologia de baixo custo); - Potencial de melhoria do comportamento do trabalhador relacionada com segurança. 	<ul style="list-style-type: none"> - Integração do VANT com sistema de gestão de saúde e segurança do projeto; - Resistência à adoção de novas tecnologias pela construção civil.

Fonte: Autores, 2018.

5. Considerações finais

O procedimento aplicado no projeto foi idealizado de forma a facilitar o processo de utilização da tecnologia VANT em conjunto ao sistema de gestão da segurança. Foi estruturado nas seguintes etapas principais: planejamento, coleta de dados, processamento e análise. No planejamento foi definido um modelo de análise de riscos com a utilização da VANT, na coleta de dados junto com a empresa, proporcionou identificar o método de análise de risco e os principais motivadores de acidentes em grandes alturas, assim como identificar os principais pontos a serem analisados de uma obra civil. A coleta de dados relaciona-se à inspeção remota com o VANT por meio dos voos realizados no canteiro de obras. Logo após este processo de coleta de dados (fotos e vídeos) são copiados ou transferidos da memória interna da aeronave (cartão micro SD) para um computador e posteriormente salva em memória externa (HD externo ou outra mídia física, como DVD).

Em função da grande quantidade de capturas visuais efetuadas durante um voo, busca-se agrupar um conjunto com maior representatividade uma vez que, com um conjunto menor imagens é possível obter um diagnóstico mais verossímil das condições de segurança do canteiro de obra, com um menor tempo para análise. Esse arranjo facilita, pois, através de uma imagem é possível avaliar mais de um item de segurança. Em complemento, o checklist de segurança pode ser adaptado para as diferentes fases da execução da obra.

Ainda há muito espaço para estudar a utilização efetiva da tecnologia VANT no processo de inspeção de segurança em todas as atividades laborais. Novos estudos seriam

necessários para avaliar o impacto da inspeção complementar de segurança com esta tecnologia em canteiros de obra. Como a captura é em tempo real, permitindo ações corretivas imediatas, reduzindo-se, assim, o tempo para uma inspeção de segurança como também, simplificando todo o processo. Como exemplo, seria promissoras as sugestões para futuros trabalhos: (a) desenvolver aplicação de imagens para modelos 3D, como uma upgrade em maquetes e panorâmicas; (b) elaborar pesquisas que comparem os resultados deste sistema de inspeção de segurança proposto em relação ao sistema de inspeção tradicional; (c) desenvolver indicadores para avaliar o processo de inspeção de segurança com VANT, semelhantes ao ciclo PDCA, para melhoria contínua.

Referências

AMORIM, E.L.C. **Apostila de Ferramentas de Análise de Risco**. Universidade Federal de Alagoas. 2010.

CAMISASSA, M. Q. **Segurança e saúde no trabalho: NRs 1 a 36 comentadas e descomplicadas**. Rio de Janeiro: Forense; São Paulo: Método: 2015.

DEDOBBELEER, N.; BÉLAND, F.. A Safety climate measure for construction sites. **Journal of Safety Research**, v. 22, n. 2, p. 97-103, 1991.

GINANI, T. P.; COSTA, M. A. A.; SOARES, A. G. B.; VELOSO, A. A.; OLIVEIRA, F. N. **Segurança do Trabalho: Perfil das Empresas de Pequeno Porte da Construção Civil em Angicos/RN**. ENEGEP, 2017.

GUETHS, Eduardo. **O impacto econômico dos acidentes de trabalho na indústria da construção brasileira entre 2002 e 2006**. Dissertação apresentada à coordenação do Curso de Pós-Graduação em Economia, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, como requisito para obtenção do grau de Mestre. Porto Alegre, 2009.

HELMAN, H.; ANDERY, P.R.P. **Análise de falhas: aplicação dos métodos de FMEA e FTA**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1 ed., 1995.

NAHRGANG, J. D.; MORGESON, F. P.; HOFMANN, D. A.. Safety at work: A meta-analytic investigation of the link between job demands, job resources, burnout, engagement, and safety outcomes. **Journal of Applied Psychology**, v. 96, n. 1, p. 71-94, 2011.

PRODANOV, C.C.; FREITAS, E.C. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RUIJTERS, E.; STOELINGA, M.. Fault tree analysis: A survey of the state-of-the-art in modeling, analysis and tools. **Computer Science Review**, v. 15, n. 16, p. 29-62, 2015.

SANTOS, Josemar. **Introdução à Engenharia de Segurança**. Centro Universitário Fundação: Santo André. 2013.

SAWACHA, E.; NAOUM, S.; FONG, D.. Factors affecting safety performance on construction sites. **International Journal of Project Management**, v. 17, n. 5, p. 309-315, 1999.