



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

THAIANNA MENEZES SANTOS SACRAMENTO

**ANÁLISE COMPARATIVA DA UTILIZAÇÃO DOS MÉTODOS
TRADICIONAIS E DO VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO (VANT)
NAS INSPEÇÕES DE SEGURANÇA EM CANTEIROS DE OBRAS
RESIDENCIAIS**

Cruz das Almas
2021

THAIANNA MENEZES SANTOS SACRAMENTO

**ANÁLISE COMPARATIVA DA UTILIZAÇÃO DOS MÉTODOS
TRADICIONAIS E DO VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO (VANT)
NAS INSPEÇÕES DE SEGURANÇA EM CANTEIROS DE OBRAS
RESIDENCIAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal do
Recôncavo da Bahia como requisito básico
para a conclusão do curso de Engenharia
Civil.

Orientador(a): Prof^a Dr^a Fernanda
Nepomuceno Costa

Cruz das Almas
2021

Sacramento, Thaianna Menezes Santos

Análise Comparativa da Utilização dos Métodos Tradicionais e do Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) nas Inspeções de Segurança em canteiros de obras residenciais. / Thaianna Menezes Santos Sacramento. - Cruz das Almas, 2021.

52 p.: 30 cm

Orientador(a): Fernanda Nepomuceno Costa.

TCC (Graduação - Bacharelado em Engenharia Civil) -- Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2021.

1. Veículo Aéreo Não Tripulado. 2. Segurança do Trabalho. 3. Construção. I. Thaianna, Fernanda. II. Análise Comparativa da Utilização dos Métodos Tradicionais e do Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) nas Inspeções de Segurança em canteiros de obras residenciais.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, Sérgio e Ione, por serem o meu alicerce, por todo o esforço, dedicação e por sempre estarem ao meu lado confiando no meu potencial, a minha irmã, Thamires, por se fazer presente sempre e por todos os ensinamentos.

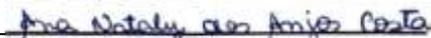
MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA DA MONOGRAFIA DE
THAIANNA MENEZES SANTOS SACRAMENTO

APRESENTADA AO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL, DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA, EM 28 DE SETEMBRO
DE 2021.

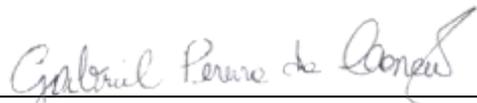
BANCA EXAMINADORA:



Profª Dra FERNANDA NEPOMUCENO COSTA - Coorientadora
UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
CETEC - UFRB



Profª M.Sc ANA NATALY DOS ANJOS COSTA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA
FAMAM – FACULDADE MARIA MILZA



Prof. M.Sc GABRIEL PEREIRA DA CONCEIÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
UNIRUY - CENTRO UNIVERSITÁRIO RUY BARBOSA

Os sonhos não determinam o lugar onde vais chegar, mas dão-te força necessária para saíres do lugar em que te encontras.

Augusto Cury

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me permitido chegar até aqui, me permitindo ter forças para continuar.

Aos meus pais, Sérgio e Ione por todo amor, incentivo, esforço e dedicação e por sempre acreditarem no meu potencial.

A minha irmã, Thamires por todo o amor e companheirismo.

Ao meu sobrinho por ter trazido muita alegria e amor ao nosso lar.

A minha madrinha Marlene (*in memorian*) por todo o carinho e incentivo.

A minha avó, Mariana (*in memorian*) por todo o zelo e amor.

A Milza e Seu Tiano, meus avós do coração por todo amor e suporte que me deram durante toda a minha trajetória para chegar até aqui.

Ao senhor Henrique Brenner (*in memorian*) e o senhor Alberto Albagli pelo apoio prestado.

Aos meus amigos de universidade pelo companheirismo e pela amizade. Muitos que levarei para o resto da minha vida, como uma família.

Aos colegas, Amanda, Camila, Gabriella, José Patrício, Juliana, Laíse, Lucas, Mateus, Marcela, Mário (*in memorian*) e Tatiane por sempre se fazerem presentes na minha vida acadêmica e pelo companheirismo e boas risadas tornando esse processo mais leve.

À minha orientadora Fernanda Nepomuceno Costa pelo suporte, dedicação, paciência e por todo conhecimento compartilhado, possibilitando a realização desta pesquisa.

ANÁLISE COMPARATIVA DA UTILIZAÇÃO DOS MÉTODOS TRADICIONAIS E DO VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO (VANT) NAS INSPEÇÕES DE SEGURANÇA EM CANTEIROS DE OBRAS RESIDENCIAIS

RESUMO

O setor da construção civil desde os primórdios sempre foi apontado como uma das atividades de elevado risco de acidentes. Ademais, por se tratar de um cenário que se encontra em constantes mudanças em vista de tornar o ambiente mais promissor e com resultados mais expressivos, o uso de uma ferramenta inovadora como o Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) aplicado ao monitoramento e acompanhamento dos canteiros de obra residenciais, desperta o interesse da indústria da construção. Ainda que seja considerada uma tecnologia com elevado potencial, faz-se necessário o seu estudo visando aprimorar o uso em inspeções de segurança em obras. Com isso, o presente trabalho tem como objetivo efetuar um levantamento sobre os critérios de inspeção tradicionais comumente utilizados nos canteiros de obra residenciais, além de identificar as etapas necessárias para o monitoramento utilizando o VANT; e com isso, avaliar os dois métodos de acompanhamento e controle da segurança em construções residenciais. Por meio de uma revisão de literatura, com base nos estudos avaliados e a partir da análise das vantagens e desvantagens do uso de cada método, obteve-se como resultado que, apesar de o modelo tradicional apresentar um *feedback* em tempo real da inspeção, interação direta com os empregados, além de trabalhadores já acostumados com tal método, evitando riscos de distrações e acidentes com o drone, tem-se como desvantagem o risco de acidentes em locais de difícil acesso, a inspeção demanda mais tempo e é mais complexa e as informações coletadas correm o risco de serem perdidas. Enquanto que, com a utilização dos VANT é possível monitorar os locais de difícil acesso, apresentar imagens com alta resolução, menor custo, obter transparência nos dados, além da capacidade de acoplar dispositivos a ferramenta, mesmo que apresente limitação quanto as condições climáticas, obstáculos, riscos de distrações dos trabalhadores e atropelamentos. Por fim, a inserção da ferramenta contribui para que o seu uso se torne um método mais eficaz para o acompanhamento e controle de segurança em construções residenciais. A principal contribuição deste trabalho é apresentar os impactos ocasionais pelo VANT na inspeção de segurança em canteiros de obra, a fim de compará-lo ao modelo convencional de inspeção, tornando o ambiente mais seguro ao utilizar um método mais eficiente.

Palavras-chave: Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT); Segurança do Trabalho; Construção.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE USE OF TRADITIONAL METHODS AND UNMANN AIR VEHICLE (UAV) IN SAFETY INSPECTIONS ON RESIDENTIAL CONSTRUCTION SITE

ABSTRACT

The civil construction sector since the beginning has always been identified as one of the activities with a high risk of accidents. Furthermore, as this is a scenario that is constantly changing in order to make the environment more promising and with more expressive results, the use of an innovative tool such as the Unmanned Aerial Vehicle (UAV) applied to the monitoring and follow-up of residential construction sites, arouses the interest of the construction industry. Even though it is considered a technology with high potential, it is necessary to study it in order to improve its use in safety inspections. With that, the present work aims to carry out a survey on the traditional inspection criteria commonly used in residential construction sites, in addition to identifying the necessary steps for monitoring using the UAV; and with that, evaluate the two methods of monitoring and controlling security in residential constructions. Through a literature review, based on the evaluated studies and from the analysis of the advantages and disadvantages of the use of each method, it was obtained as a result that, although the traditional model presents real-time inspection feedback, direct interaction with employees, in addition to workers already used to such a method, avoiding the risk of distractions and accidents with the drone, the risk of accidents in hard-to-reach places has as a disadvantage, the inspection takes more time and is more complex and the information collected runs the risk of being lost. While, with the use of UAVs, it is possible to monitor places of difficult access, present images with high resolution, lower cost, obtain transparency in the data, in addition to the ability to couple devices to the tool, even if it presents limitations in terms of weather conditions, obstacles, risks of distraction of workers and being run over. Finally, the insertion of the tool contributes so that its use becomes a more effective method for monitoring and controlling security in residential constructions. The main contribution of this work is to present the occasional impacts of UAV on safety inspection at construction sites, in order to compare it to the conventional inspection model, making the environment safer by using a more efficient method.

Keywords: Unmanned Aerial Vehicle (UAV); Workplace safety; Construction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Comparativo com relação aos acidentes de trabalho no Brasil e no estado do Rio de Janeiro (2010-2017).....	13
Figura 2 - Modelos de VANT.....	16
Figura 3 - Detalhamento do drone asa fixa	17
Figura 4 - Modelo de Multirotor quadricóptero.....	18
Figura 5 - Modelo de tipo de drone: Dirigível.....	19
Figura 6 - Modelo de drone: asa batidora	19
Figura 7 - Esquema com delineamento de pesquisa.....	27
Figura 8 - Ciclo de vida do projeto.....	34
Figura 9 - Dinâmica de Gestão.....	35

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Principais Normas Regulamentadoras necessárias para a gestão da segurança em canteiro de obras de uma edificação residencial.....	7
Quadro 2 - Índice de acidentes de trabalho no Brasil entre os anos de 2011 a 2019.	12
Quadro 3 - Fatores gerenciais gerais e específicos de segurança	33
Quadro 4 - Método Tradicional x VANT	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
AT	Acidentes do Trabalho
CAVE	Certificado de Autorização de Voo Experimental
CBA	Código Brasileiro de Aeronáutica
CCOHS	<i>Canadian Center of Occupational Health and Safety</i>
CIPA	Comissão Brasileira de Prevenção de Acidentes
CLT	Consolidação das Leis do Trabalho
DDS	Diálogo Diário de Segurança
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes
ENIT	Escola Nacional da Inspeção do Trabalho
EPC	Equipamento de Proteção Coletiva
EPI	Equipamento de Proteção Individual
GPS	<i>Global Positioning System</i>
GSST	Gestão de Segurança e Saúde do Trabalho
HSE	<i>Health and Safety Executive</i>
ISRS	<i>International Safety Rating System</i>
MORT	<i>Management Oversight and Risk Tree</i>
NR	Norma Regulamentadora
OACI	Organização da Aviação Civil Internacional
OHSAS	<i>Occupational Health and Safety Assessment Series</i>
OIT	Organização Internacional do Trabalho
OSST	Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho
PCMSO	Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional
PDCA	<i>Plan-Do-Check-Act</i>

PGR	Programa de Gerenciamento de Riscos
RBAC	Regulamento Brasileiro da Aviação Civil
RBAC-E	Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial
RC	Rádio Controle
RPA	<i>Remotely Piloted Aircraft</i>
SANT	Sistema Aéreo Não Tripulado
SESMT	Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho
SGSSO	Sistema de Gestão de Saúde e Segurança Ocupacional
SMORT	<i>Safety Management and Organisation Review Technique</i>
SSGSST	Sistemas de Gestão de Saúde e Segurança do Trabalho
SSO	Saúde e Segurança Ocupacional
SST	Saúde e Segurança do Trabalho
VANT	Veículo Aéreo Não Tripulado

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	ii
RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE QUADROS	vi
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	vii
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 MOTIVAÇÃO PARA A REALIZAÇÃO DA PESQUISA	1
1.2 JUSTIFICATIVA	1
1.3 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA.....	3
1.4 OBJETIVOS	3
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO	4
2 REQUISITOS GERAIS PARA SEGURANÇA EM CANTEIROS DE OBRAS	5
2.1 A ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO	9
2.1.1 Conferência Internacional do Trabalho	10
2.2 OS IMPACTOS DA FALTA DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA NA CONSTRUÇÃO CIVIL	11
2.2.1 Impactos na construção civil	11
3 OS VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS	15
3.1 DEFINIÇÃO	15
3.1.1 Tipos de Drones.....	16
3.1.2 Regulamentação do Uso do VANT	20
3.1.3 Tecnologias Empregadas nos VANT Civis e Militares	21
3.1.4 Tipos de <i>Softwares</i> Utilizados.....	22
3.1.5 Uso do Drone em Atividades Diversas em Construções e Edificações Civis	23
4 METODOLOGIA	26
4.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA.....	26
4.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA	27

4.2.1	Planejamento	27
4.2.2	Condução.....	28
4.2.3	Análise e Avaliação dos Resultados.....	28
5	RESULTADOS.....	29
5.1	CRITÉRIOS DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA TRADICIONAIS	29
5.1.1	Diretrizes de Inspeção de Segurança.....	29
5.1.2	Sistemas de Gestão de Saúde e Segurança Ocupacional (SGSSO) ..	33
5.1.3	Inspeção de Segurança e Gestão de Canteiros de Obra	36
5.1.4	Vantagens da Utilização dos Critérios de Inspeção Tradicionais	38
5.1.5	Desvantagens da Utilização dos Critérios de Inspeção Tradicionais ..	39
5.2	ETAPAS NECESSÁRIAS PARA O MONITORAMENTO DAS ATIVIDADES UTILIZANDO O VANT.....	40
5.2.1	Planejamento e Coleta de Dados através do VANT	40
5.2.2	Vantagens da Utilização do VANT como Método de Inspeção	42
5.2.3	Desvantagens da Utilização do VANT como Método de Inspeção.....	43
6	CONCLUSÕES	45
7	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	46
8	REFERÊNCIAS.....	47

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo são apresentadas as motivações para a realização da pesquisa, a justificativa e os objetivos do trabalho, além de serem apresentadas as delimitações da pesquisa.

1.1 MOTIVAÇÃO PARA A REALIZAÇÃO DA PESQUISA

A principal motivação para a realização desta pesquisa é a proposta de avaliar um meio de inspeção de segurança que proporcione resultados mais eficazes com maior agilidade e seguridade, uma vez que o ambiente da construção civil se encontra em constantes adaptações, visando sempre aprimorar seus resultados e tornar o setor mais promissor. O Veículo Aéreo Não Tripulado, popularmente conhecido como “*drone*”, surge como um dos mais recentes avanços tecnológicos a ser utilizado nos diversos setores da indústria, fato que motiva além de tudo a realização desta pesquisa. Além de, conscientizar de um modo geral os profissionais do campo para a importância das inspeções de segurança em obras, dos benefícios alcançados na produtividade e dos riscos em relação à saúde e segurança dos empregados envolvidos os quais podem ser evitados; proporcionando uma melhor imagem da empresa diante dos clientes e comunidade.

E por fim, tem-se como motivação tornar esse trabalho uma forma de crescimento pessoal para a autora, além de contribuir para pesquisas futuras acerca do assunto.

1.2 JUSTIFICATIVA

A inspeção de segurança nos canteiros de obra é de suma importância para a construção civil, visto que desde os primórdios até os dias atuais, esse setor sempre foi apontado como uma das atividades mais propícias a riscos de acidentes (TREVISAN, 2015). Ademais, a cobrança por melhorias na produtividade, resultados a curto prazo e qualidade nos serviços tem incentivado

a busca por soluções que tornem o setor da construção civil um ambiente saudável e com profissionais mais assegurados.

Muitos são os aspectos que envolvem a eficiência da segurança do trabalho no canteiro de obras e, por isso, faz-se necessário analisar, discutir e propor medidas constantemente. Em virtude disto, o sistema de gestão da segurança, geralmente, deve compor as etapas de: políticas de Gestão de Segurança e Saúde do Trabalho (GSST), planejamento, implementação e operação, inspeção e ação corretiva, além da análise crítica dos resultados (OHSAS 18001:2007). Todas as etapas devem ser eficazes para que ocorra melhorias contínuas no processo. Ainda, segundo Costa (2014), como métodos preventivos para efetuar as inspeções de fachadas, usualmente, são utilizados métodos em campo por inspeção direta nas edificações, o que geralmente implica em elevados custos e em riscos de acidentes. Edificações de grande porte e alturas elevadas tornam alguns locais de difícil acesso, gerando uma complexidade na inspeção para visualizar possíveis manifestações patológicas. Com isso, o monitoramento via imagens/vídeos utilizando o Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT), surge como uma ferramenta tecnológica interessante, visto que, o mesmo trata-se de uma ferramenta controlada remotamente e equipada com câmeras de alta definição; ainda que seu uso seja limitado e incipiente no setor.

No Brasil, as atividades de aviação comercial são monitoradas e reguladas pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). De acordo com a ANAC (2021), o VANT é definido como aeronave projetada para atuar sem piloto a bordo ou de forma autônoma. Dessa forma, a ferramenta pode desempenhar um papel de suma importância no cenário das inspeções e/ou fiscalizações dos canteiros de obra. As principais vantagens desse equipamento estão no monitoramento e acompanhamento da evolução da obra, na geração de documentações fotográficas e de pré-projetos, mapeamento com precisão e apuração de inspeções para a identificação de atos e condições inseguras (LISBOA *et al.*, 2018).

Em suma, existe a necessidade de se pensar na construção civil como um todo, não somente, por exemplo, na criação de materiais com o intuito de reduzir custos e maior eficiência na execução de uma obra. Faz-se necessário pensar em meios de tornar o canteiro de obras um ambiente salubre e seguro para os

trabalhadores, visto que saúde e segurança são direitos fundamentais do cidadão (FACINI, 2021). Em vista de buscar soluções mais inovadoras que sanem não só esse problema, o presente trabalho pretende apresentar os impactos que o VANT como uma medida de inspeção de segurança pode proporcionar.

1.3 DELIMITAÇÕES DA PESQUISA

Diante da situação de pandemia do COVID-19 no Brasil e pela impossibilidade de realização de pesquisa em campo, o presente trabalho foi desenvolvido utilizando informações de pesquisas já realizadas. Outra delimitação desta pesquisa é o foco em canteiros de obras de edificações residenciais.

1.4 OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo geral avaliar os métodos de inspeção e acompanhamento da segurança em canteiros de obras através de uma análise comparativa da utilização dos métodos tradicionais e do Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT).

Como objetivos específicos tem-se:

- Realizar um levantamento sobre critérios de inspeção e controle da segurança tradicionais comumente utilizados na construção civil para edificações residenciais;
- Identificar as etapas necessárias para o monitoramento das atividades realizadas no canteiro de obras para a construção de uma edificação residencial utilizando o VANT;
- Efetuar uma análise comparativa entre os dois métodos de acompanhamento e controle da segurança em construções residenciais.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Essa monografia está estruturada em 5 capítulos. O primeiro consiste na introdução, no qual são apresentados a motivação, a justificativa do trabalho, os objetivos pretendidos e as delimitações da pesquisa.

No capítulo dois são apresentados os requisitos para segurança em canteiros de obra, informações sobre as principais normas técnicas relacionadas à construção e os impactos acerca da falta de inspeção durante a realização de construções de edificação residencial.

No capítulo três são expostas definições, regulamentação e empregos civis e militares dos Veículos Aéreos Não Tripulados.

O capítulo quatro esboça o método de pesquisa, no qual são destacadas a estratégia da pesquisa, o delineamento e a descrição das etapas da pesquisa.

No capítulo cinco são expostos os resultados obtidos durante o desenvolvimento da pesquisa.

Os capítulos seis e sete apresentam, respectivamente, a conclusão deste trabalho e sugestões para trabalhos futuros.

2 REQUISITOS GERAIS PARA SEGURANÇA EM CANTEIROS DE OBRAS

No Brasil, o número de notificações de vítimas de acidentes de trabalho segue ainda sendo assustador quando comparado a outros países. Segundo o Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho (OSST), somente no período entre 2012 a 2020 foram registrados mais de 5 milhões de casos de acidentes (OSST, 2021). Entre os setores industriais, a construção civil está entre os líderes no *ranking* de acidentes de trabalho no Brasil, devido a suas características produtivas. Ao ponderar o elevado índice de acidentes registrados, fica evidente a necessidade de atentar-se de modo patente para o investimento de forma ética e responsável aos assuntos relacionados à Saúde e Segurança no Trabalho (SST).

Segundo Azevedo (2001), são detalhadas algumas definições de riscos referentes aos acidentes de trabalho:

- Físicos: vibrações, ruídos, radiações ionizantes e não ionizantes, umidade, calor e frio;
- Químicos: agentes os quais ocorrem interação com tecidos humanos, podendo penetrar no organismo através do contato com a pele, ingestão e inalação de fumos, poeiras névoas, neblinas, gases e vapores;
- Biológicos: bactérias, vírus, fungos, bacilos, parasitas, protozoários;
- Ambiente: agentes decorrentes de situações adversas nos ambientes e processos de trabalho que estejam relacionados a arranjo físico, uso de máquinas, ferramentas e equipamentos, condições das vias de circulação;
- Ergonômico: referente à adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas do trabalhador.

Com exceção dos riscos biológicos que necessitam de um estudo mais aprofundado, todos os riscos acima citados podem ser identificados com o uso do VANT como ferramenta de inspeção.

Além do mais, Azevedo (2001) afirma que diversos são os fatores que se associam aos elevados índices de acidentes no setor da construção civil, como por exemplo, negligência ao uso de itens de proteção, imperícia e imprudência,

além de condições de trabalho inseguras, funcionários displicentes, fiscalização governamental insuficiente e desconhecimento ou descumprimento das Normas de Segurança e Saúde do Trabalho, concretizadas no ordenamento jurídico, especialmente, pelas Normas Regulamentadoras (NR).

Segundo a Escola Nacional da Inspeção do Trabalho (ENIT, 2021), as Normas Regulamentadoras consistem em direitos, deveres e obrigações que devem ser cumpridos por empregadores e trabalhadores com o intuito de garantir trabalho seguro e sadio, contribuindo para a prevenção de ocorrência de doenças e acidentes de trabalho, sendo estas deliberações complementares ao Capítulo V (Da Segurança e da Medicina do Trabalho) do Título II da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), com redação dada pela Lei nº 6.514, de dezembro de 1977 e elaboração e publicação das Normas Regulamentadoras por meio do Ministério do Trabalho e Emprego, através da portaria nº 3.214, de 8 de junho de 1978.

As Normas Regulamentadoras são conjuntos de requisitos e procedimentos referentes à segurança e medicina do trabalho, de cumprimento obrigatório às empresas privadas e públicas e órgãos do governo que apresentem empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) (GUIA TRABALHISTA, 2018). A partir da criação das NR, a construção civil foi gratificada com uma norma específica para o setor, a NR 18:2020. Além do mais, por intervenção da mesma portaria, com a criação dessas regulamentações, outros instrumentos de suma importância foram instaurados na legislação brasileira, sendo eles o Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA) – NR 9 e o Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO) – NR 7 (ALCOFORADO, 2008).

De acordo com o Quadro 1, tem-se as principais Normas Regulamentadoras que devem ser consideradas para a realização de atividades de construção em um canteiro de obras de edificações residenciais. Esses documentos podem ser conseguidos, gratuitamente, no *site* do Governo Federal, o que facilita seu acesso, diferentemente dos documentos da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que contém publicações que, embora abordem também questões específicas sobre segurança do trabalho, possuem acesso restrito, mediante aquisição com pagamento.

Quadro 1 – Principais Normas Regulamentadoras necessárias para a gestão da segurança em canteiro de obras de uma edificação residencial.

NR: ano	TÍTULO	DO QUE SE TRATA
NR1: 2020	Disposições Gerais e Gerenciamento de Riscos Ocupacionais	Estabelece disposições gerais, campo de aplicação, termos e definições comuns às NR relativas à segurança e saúde no trabalho, além da implementação do PGR (Programa de Gerenciamento de Riscos).
NR4: 2016	Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT)	Versa sobre a implementação do SESMT, órgão que tem por função criar o planejamento de segurança da empresa e prevenir acidentes.
NR5: 2019	Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA)	Comissão constituída por representantes tanto do empregador quanto do empregado; atua em conjunto com SESMT. Organiza o diálogo sobre segurança e saúde no trabalho no ambiente interno da empresa.
NR6: 2018-	Equipamentos de Proteção Individual (EPI)	Aborda sobre os dispositivos de uso individual, que têm por função proteger o trabalhador de riscos no local de trabalho.
NR7: 2020	Programa de Controle Médico de Saúde Operacional (PCMSO)	Especifica as medidas a serem tomadas para a preservação da saúde dos trabalhadores de uma empresa.
NR8: 2021	Edificações	Estabelece regulamentações para manter o ambiente mais seguro e com as devidas proteções em relação a fatores externos.
NR9: 2020	Avaliação e Controle das Exposições Ocupacionais a Agentes Físicos, Químicos e Biológicos	Lista e classifica os riscos presentes no ambiente de trabalho.
NR10: 2019	Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade	Medidas de segurança relacionadas às instalações elétricas.
NR12: 2019	Segurança do Trabalho em Máquinas e Equipamentos	Prevê mecanismos de segurança no maquinário e nos equipamentos utilizados pelo trabalhador.
NR17: 2018	Ergonomia	Determina que o empregador proporcione um ambiente e equipamento de trabalho que favoreça a saúde física, psicológica e o bem estar do profissional.
NR18: 2020	Condições de Segurança e Saúde no Trabalho na Indústria da Construção	Regulamenta o planejamento de segurança e gestão de riscos nas obras e determina os seus responsáveis.
NR24: 2019	Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho	Estabelece as condições mínimas de higiene e de conforto a serem observadas pelas organizações
NR35: 2019	Trabalho em Altura	Alinha sobre os requisitos mínimos de proteção para realizar trabalhos em alturas acima de dois metros do menor nível da obra e onde haja risco de queda.

Fonte: Guia Trabalhista, 2021.

Diante da perspectiva de que o setor da construção civil abrange um elevado número de acidentes, faz-se necessária uma maior segurança na zona de

trabalho. Com isso, a implantação dos Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho (SESMT) juntamente com a devida aplicação e fiscalização das Normas Regulamentadoras são formas relevantes de prevenção (GUEDES e SILVEIRA, 2017).

Ademais, a NR 18 destaca-se por estabelecer diretrizes de planejamento e de gestão de riscos com a finalidade de implementar medidas de controle e sistema preventivos de segurança nos processos, condições e locais de trabalho na Indústria da Construção. É vedada a entrada ou permanência de trabalhadores no canteiro de obras, senão assegurados pelas medidas contidas nesta NR e compatíveis com a fase da obra.

Mesmo com as modificações positivas ocasionadas na área legal, atender às leis em vigor não é suficiente para a garantia de um gerenciamento da saúde e segurança do trabalho (SST) de qualidade, com isso as organizações devem estar em constante busca a outros meios para prevenção de ocorrência de acidentes. Dentre as alternativas disponíveis estão os Sistemas de Gestão de Saúde e Segurança do Trabalho (SGSST), bem como os propostos nas normas *British Standard 8800 – BS 8800:1996* e a *Occupational Health and Safety Assessment Series – OHSAS 18001:2007*, além das diretrizes da OIT (Organização Internacional do Trabalho), *Guidelines on Occupational Safety and Health Management Systems – ILO/OSH:2001*, medidas promissoras, visto que permitem o gerenciamento das questões relacionadas à SST (ALCOFORADO, 2008). Quanto a OHSAS 18001:2007, a tendência é que as empresas façam a transição para a ISO 45001 publicada em 2018 com esse escopo.

Filgueiras (2017) defende que existe um padrão de gestão do trabalho predominantemente devastador no Brasil. Isso quer dizer que, há um comportamento empresarial no qual visa extrair o máximo de excedente do trabalho desrespeitando qualquer limite considerado impedimento ao processo de acumulação, ocasionando em consequências nocivas para a saúde e segurança do profissional envolvido.

Ainda, segundo o mesmo autor, existem três características essenciais para serem tratadas que estabelecem esse padrão de gestão da segurança e saúde do trabalho no Brasil (FILGUEIRAS, 2017):

a) Ocultação: prática exercida pelos patrões em não reconhecer os riscos ocupacionais e o adoecimento envolvendo o trabalho. A ocultação dos riscos e acidentes extingue questionamentos acerca das condições de trabalho, já que as mesmas se apresentam como supostamente salubres.

b) Individualização: modo de abordar a saúde e segurança do trabalho que enfatiza o indivíduo, em detrimento do ambiente de trabalho. Debates e ações antepõem ou direcionam exclusivamente ao trabalhador, principalmente no que se refere ao seu comportamento e aos equipamentos de proteção individual. Com isso, os empregadores transferem as responsabilidades pelos agravos, mantendo intacta a forma de gestão do trabalho que compõe os acidentes.

c) Confrontação Direta: posturas de resistência e enfrentamento aos parâmetros de proteção da integridade física dos trabalhadores, sobretudo a legislação trabalhista. Ela abrange desde a formulação e prescrição de regras, à observância acerca das determinações legais.

No Brasil as empresas comumente apresentam essas três práticas como segmento da sua gestão da saúde e segurança do trabalho (FILGUEIRAS, 2017).

2.1 A ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO

Criada a partir do Tratado de Versalhes e tendo o Brasil como um dos membros fundadores, a Organização Internacional do Trabalho (OIT) tem como principal objetivo promover a justiça social. É de responsabilidade da OIT formular e aplicar as normas internacionais do trabalho (Convenções e Recomendações), e uma vez aprovadas por decisão soberana de um país, as convenções passam a fazer parte de seu ordenamento jurídico. É de competência da OIT visar o progresso material e espiritual do ser humano, dando-lhe condições de liberdade e dignidade (DE SOUZA, 2016).

A Organização Internacional do Trabalho tem como missão proporcionar aos cidadãos oportunidades para que os mesmos possam obter acesso a um trabalho produtivo e decente, em condições de segurança, liberdade, equidade e dignidade. E com isso, poder lutar contra a pobreza e desigualdade social, garantir uma governabilidade democrática e o desenvolvimento sustentável (ORGANIZATION, 2021).

Como objetivos estratégicos da Agenda de Trabalho Decente da Organização, pode-se apresentar (ORGANIZATION, 2021):

- Definir e promover normas e princípios e direitos fundamentais no trabalho;
- Criar maiores oportunidades de emprego e renda decentes para mulheres e homens;
- Melhorar a cobertura e a eficácia da proteção social para todos;
- Fortalecer o tripartismo e o diálogo social.

Durante a maior parte do século XX, a OIT executou um papel de suma importância na definição das legislações trabalhistas e na elaboração de políticas econômicas, sociais e do trabalho. Sendo criada a Conferência de Legislação Internacional do Trabalho, a fim de realizar estudos iniciais para a “regulamentação internacional do trabalho”.

Em 24 de março de 1919, foi aprovado o projeto, com algumas alterações pela conferência, o qual passou a constituir Parte XIII do Tratado de Versailles. Em 06 de maio de 1919 foi adotado pela Conferência o texto completo do Tratado da Paz.

2.1.1 Conferência Internacional do Trabalho

O órgão de cúpula da Organização Internacional do Trabalho (OIT) é a Conferência Internacional do Trabalho, sendo composta de forma tripartida, havendo dois representantes governamentais, um dos empregadores e outro dos empregados. Durante a Conferência os representantes são assistidos por Conselheiros Técnicos, até o máximo de dois para cada ponto da ordem do dia.

Sediada em Genebra, durante aproximadamente três semanas do mês de junho, a reunião da Conferência ocorre anualmente, exceto em se tratando de situações de trabalho marítimo, justificando uma segunda reunião anual. Com a finalidade normativa, referindo-se a discussão e adoção dos instrumentos próprios, sendo as convenções e recomendações, além do controle das convenções ratificadas (DE SOUZA, 2016).

2.2 OS IMPACTOS DA FALTA DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Neste capítulo será apresentado um referencial teórico contendo informações gerais sobre os impactos da falta de inspeção de segurança em obras de edificações no Brasil.

2.2.1 Impactos na construção civil

Ao longo da história os mais diversos setores de trabalho humano sempre apresentaram sérios riscos a constantes acidentes. Com o desenvolvimento socioeconômico, esses riscos passaram a ser avaliados, entendidos e as consequências puderam ser medidas através da ação humana, visando dinamizar elementos da realidade para as ações de risco (RODRIGUES, 2016). A indústria da construção civil, segue conhecida como uma atividade de natureza perigosa, sendo o setor de maior incidência de acidentes de trabalho fatais. De acordo com o Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho (2021), a estimativa é que tenham ocorrido 6.026.247 acidentes de trabalhadores com carteira assinada nos mais diversos setores, notificados desde 2012 até então, considerando que ocorra uma notificação a cada 50 segundos.

Um acidente no trabalho gera custos diretos e indiretos. O afastamento do operário, devido a um acidente de trabalho, ocasiona em problemas para com a empresa e o consumidor, em virtude da perda de tempo, destruição de equipamentos e de materiais, necessidade de treinamento de outro operário, redução ou interrupção da produção e horas extras, ou seja, todos os fatores em conjunto desencadeiam um aumento sobre o custo do investimento, fazendo com que os preços da construção ou do empreendimento necessitem de realinhamento refletindo em despesas no bolso do consumidor (OLIVEIRA, 2012).

De modo geral, a maioria dos acidentes poderiam ter sido evitados por meio de medidas preventivas, corrigindo assim a postura na promoção da segurança em canteiro, bem como medidas relacionadas à melhoria da visualização para o monitoramento eficaz das condições de trabalho (MELO, 2016). Visto que, tais

problemas são oriundos da ineficiência e ineficácia da gestão, sendo os requisitos de segurança trabalhados independente da gestão de produção (SAURIN *et al.*, 2002).

Dentre as principais causas de acidentes na construção civil estão (TOOLE, 2002):

- Falta de treinamento adequado;
- Ineficiente execução das práticas de segurança;
- Definição de métodos ou sequenciamento de atividades inseguras;
- Condições inseguras de espaço;
- Não utilização dos EPI (Equipamentos de Proteção Individual);
- Falta de postura adequada relacionada a segurança;
- Desvio de comportamento dos funcionários em relação às práticas de segurança.

Toole (2002) destacou ainda como palavra-chave para prevenir as principais causas de acidente na construção civil a “observação”. O gerente de segurança deve estar frequentemente atento aos funcionários, métodos e condições do local.

Como pode ser visto no Quadro 2, a construção civil apresentou um alto índice de Acidentes do Trabalho (AT) na última década.

Quadro 2 - Índice de acidentes de trabalho no Brasil entre os anos de 2011 a 2019.

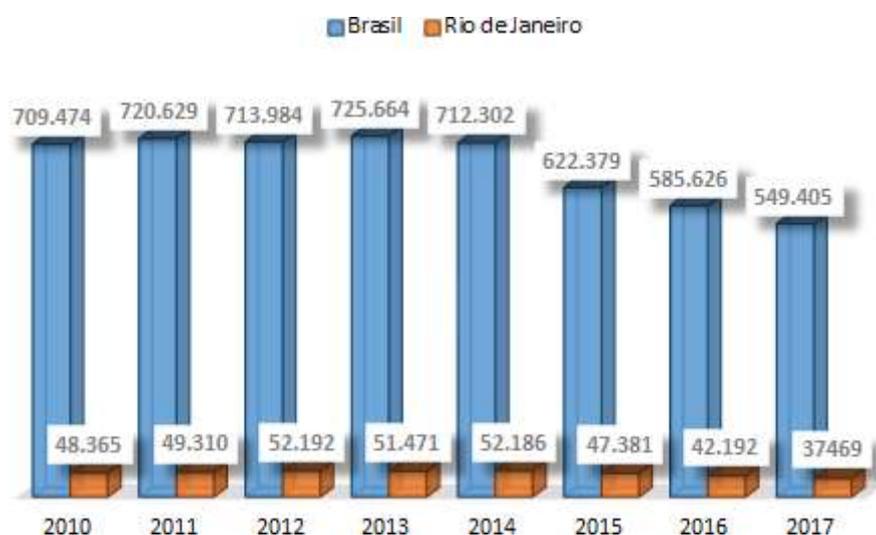
Ano	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
AT no Brasil	720.629	713.984	725.664	712.302	622.379	586.626	557.626	586.017	582.507

Fonte: adaptado de Anuário Estatístico da Previdência Social (2021).

Esses dados podem ser refletidos devido à falta de melhoria das condições de trabalho, saúde e bem-estar dos trabalhadores nos canteiros de obras, enfatizando assim a importância da gestão da segurança do trabalho.

A Figura 1 apresenta resultados de um estudo realizado por Barros e Nóbrega (2020). O estudo foi baseado no índice de mortalidade relativo aos acidentes de trabalho na construção civil no período entre 2010 a 2017 no estado do Rio de Janeiro. O que possibilitou observar por meio desse estudo foi que no ano de 2017 os números apresentaram uma baixa no quantitativo de acidentes tanto no estado do Rio de Janeiro quanto no Brasil, quando comparado aos anos anteriores.

Figura 1 – Comparativo com relação aos acidentes de trabalho no Brasil e no estado do Rio de Janeiro (2010-2017).



Fonte: adaptado de Barros e Nóbrega, 2020.

Diante de tal pesquisa é possível observar uma redução no índice de acidentes no Brasil a partir do período de 2014, fato que pode estar relacionado a uma maior notoriedade às inspeções de segurança no geral. Entretanto, é necessário que seja realizado um estudo mais aprofundado referente as possíveis causas da redução.

Faria *et al.* (2006) afirmam que, de acordo com os estudos realizados pela FUNDACENTRO (Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho), juntamente com o Ministério do Trabalho e do Emprego, são apontadas algumas particularidades da construção civil as quais afetam o setor

de maneira mais drástica que qualquer outro setor. Sendo elas (FARIA *et al.*, 2006):

- Tamanho das empresas: usualmente, grande parte das empresas de construção civil são pequenas e micro, sendo assim, muitas dessas empresas não apresentam princípios e procedimentos definidos de prevenção de acidentes;
- Caráter temporário: construídos, geralmente, para resistirem por menos de um ano, os canteiros de obras são instalações temporárias que levam proprietários a economizar na construção destas instalações;
- Diversidade das obras: cada obra é divergente das outras, tal como as medidas de prevenção a serem adotadas nelas;
- Rotatividade da mão-de-obra: devido à grande rotatividade dos trabalhadores na construção civil, o conhecimento a fundo da filosofia de trabalho adotada pela empresa é impossibilitado, tornando inviável a formação da consciência de segurança;
- Emprego de mão-de-obra subempregada: é constante em diversas obras a utilização de um elevado percentual de mão-de-obra proveniente de subempreiteiras. Com isso, a força de reivindicação dos operários é reduzida, diminuindo a qualidade das condições gerais do ambiente de trabalho.

3 OS VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS

A seguir serão retratadas as características dos Veículos Aéreos Não Tripulados e informações técnicas gerais destes equipamentos.

3.1 DEFINIÇÃO

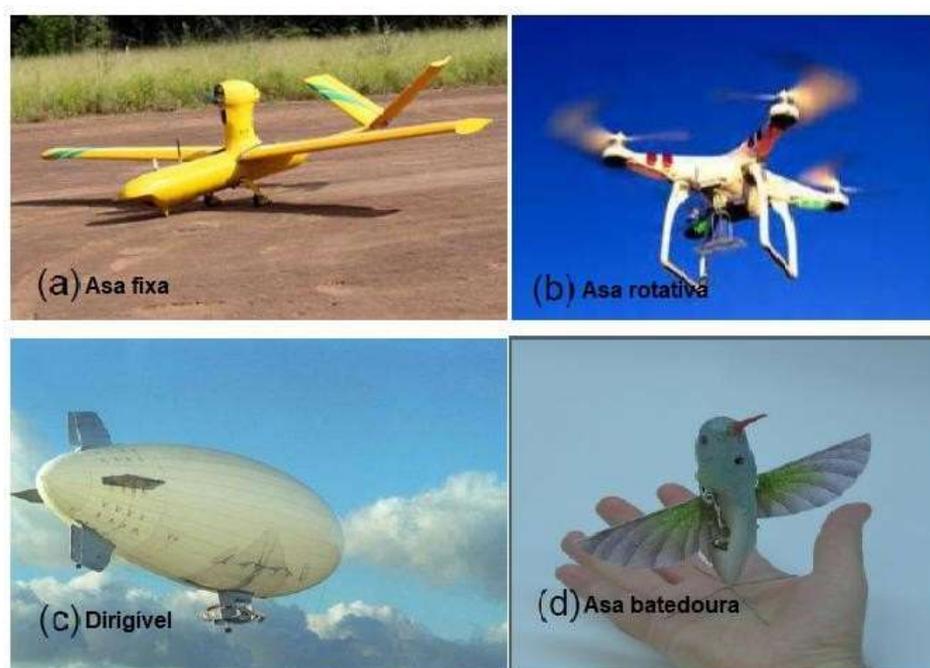
De acordo com a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC, 2021), os Veículos Aéreos Não Tripulados são aeronaves projetadas para operar sem piloto a bordo não sendo utilizada para fins meramente recreativo. O VANT trata-se de uma pequena aeronave, sem qualquer tipo de contato físico direto, capaz de desenvolver as mais diversas tarefas, como por exemplo monitoramento, reconhecimento tático, vigilância, mapeamento, dentre outras. Com isso, inclui-se todos os aviões, helicópteros e dirigíveis controláveis nos três eixos, ficando de fora da definição os balões tradicionais e aeromodelos (MEDEIROS, 2007).

Segundo Melo e Costa (2015), o Sistema Aéreo Não Tripulado (SANT) é formado por uma estação de controle portátil para operação humana, podendo ser equipado com vários sensores, sendo eles, câmeras, infravermelho, radar, GPS (Sistema de Posicionamento Global, do inglês *Global Positioning System*) ou outros dispositivos de comunicação especializado, ou seja, o conjunto veículo aéreo não tripulado, os controles de voo e o sistema de operação, todas as atividades que estão interligadas no plano de voo.

Como vantagens para o uso do VANT pode-se apontar a capacidade de transferir dados em tempo real entre o VANT e a estação de controle, além da possibilidade de efetuar voos mais rápidos, seguros e com um baixo custo se comparados a aeronaves não tripuladas. Todavia, os tipos de VANT apresentam limitações com relação a capacidade de carga a bordo e condições climáticas (MEDEIROS, 2007).

Os VANT podem ser classificados com base em suas características aerodinâmicas, tais como, asa fixa, asa rotativa (multirotor), dirigíveis e asas batidas (*flapping-wing*), como pode ser observado na Figura 2 (ANGELOV, 2012).

Figura 2 - Modelos de VANT.



Fonte: adaptado de Melo, 2016.

3.1.1 Tipos de Drones

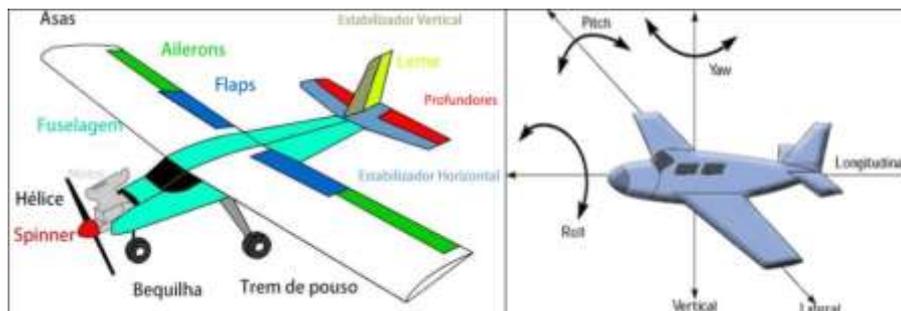
Os dois principais tipos de drones serão apresentados nesta subseção, os quais são classificados em: asa fixa ou multirotor.

a) Asa Fixa

Define-se como asa fixa aeronaves que usam asas fixas e estáticas em combinação com a velocidade de avanço, ocasionando na elevação. É um termo muito utilizado, principalmente na indústria da aviação, além de utilizar dos mesmos princípios dos aviões tradicionais. Por conta da aerodinâmica, o drone de asa fixa adquire maior sustentação com menor gasto de energia. São característicos por suportarem cobertura de longas distâncias, em grandes velocidades, conseqüentemente apresentam maior economia de bateria e garantia de mais tempo no ar (KNEIPP, 2018). Além do mais, as aeronaves de asa fixa necessitam de pistas para decolagem e pouso e, em algumas circunstâncias, são utilizadas catapultas para lançamento (PURI, 2005).

Apresentam diversos tamanhos, funções e são mais propensos à ventos fortes. A Figura 3 retrata de forma detalhada os componentes do drone asa fixa, além do seu princípio de voo similar ao de um avião.

Figura 3 - Detalhamento do drone asa fixa.



Fonte: Kneipp, 2018.

b) Multirotor

Sistemas *Multirotoros* são um subconjunto de hélices. *Rotorcraft* é um termo utilizado na aviação para definir aeronaves que usam asas rotativas para ocasionar elevação, podendo haver um ou vários rotores (hélices). São semelhantes a um helicóptero e costumam ser compactos. Para a garantia de sua estabilidade, geralmente os sistemas rotativos são equipados com múltiplos rotores pequenos, por isso a denominação de multirotor. Esse tipo de drone pode ser operado em baixa velocidade, além de ficar parado no ar, rotaciona em torno de si mesmo, é versátil na efetuação de manobras, opera em espaços limitados e apresenta decolagem e pouso vertical (KNEIPP, 2018).

Como ilustração deste tipo de drone, a Figura 4 representa um modelo de multirotor, no qual possuem diferentes disposições geométricas de hélices. Observa-se que este modelo apresenta quatro rotores e que os modelos quadricópteros, devido ao seu tamanho, são geralmente os menores modelos.

Figura 4 - Modelo de Multirotor quadricóptero.



Fonte: adaptado de Kneipp, 2018.

c) Dirigíveis

São caracterizados por serem mais leves que o ar, além de efetuarem voos de longa duração. Usualmente, apresentam grandes tamanhos, divergem por seu formato de charuto e podem voar em baixa velocidade (ANGELOV, 2012). Semelhante aos balões, são cheios de gás, proporcionando que flutuem na atmosfera, entretanto os dirigíveis contêm um motor propulsor e um leme, por isso a denominação de dirigíveis, visto que podem ser dirigidos.

Alguns apresentam estrutura rígida a fim de suportar a forma específica da aeronave. Dentre os fatores imprescindíveis para alçarem voo, estão: o gás, fazendo com que o dirigível levante voo; os motores que o propulsionam; e o piloto que junto com o leme direciona a aeronave (DIRIGÍVEL IN BRITANNICA ESCOLA WEB, 2021). A Figura 5 representa um modelo deste tipo de dirigível.

Figura 5 - Modelo de tipo de drone: Dirigível.



Fonte: Britannica Escola, 2021.

d) Asa batidora

O modelo do tipo asa batidora é inspirado em insetos e pássaros voadores, apresentando em sua composição asas flexíveis (ANGELOV, 2012). A Figura 6 ilustra um modelo de drone de asa batidora.

Figura 6 - Modelo de drone: asa batidora.



Fonte: adaptado de Melo, 2016.

3.1.2 Regulamentação do Uso do VANT

Com base na EMENDA n^o 01 Requisitos Gerais de Operação para Aeronaves Civis do Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC), da ANAC (2021, p.3): “Aeronave significa um dispositivo que é usado ou que se pretenda usar para voar na atmosfera, capaz de transportar pessoas ou coisas”. Por se tratar de um tipo de aeronave, o VANT necessita de autorização para operação.

Como o uso do VANT em larga escala ainda é considerado recente, a legislação acerca da regulamentação da sua utilização encontra-se em constantes modificações, visto que se trata de uma tecnologia em desenvolvimento (BRASIL, 2021). No ano de 2010 o Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) e a ANAC em conjunto realizaram estudos preliminares, dando início às primeiras regulamentações para se estabelecer a normatização com relação as operações civis do VANT (BRASIL, 2021). Em 2017, a ANAC aprovou o regulamento especial relacionado a utilização de aeronaves remotamente tripuladas, com a finalidade de tornar viável a operação com essas ferramentas. Com isso, o Brasil dispõe de uma regulamentação especial para veículos aéreos não tripulados que se mantém nos moldes dos princípios básicos da Organização da Aviação Civil Internacional (OACI), Código Brasileiro de Aeronáutica (CBA), Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), compondo o Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial n^o 94 (RBAC-E n^o 94) para os Veículos Aéreos Não Tripulados e Aeromodelos.

Considerada a autoridade do setor de aviação no país, a ANAC possibilita a realização desses voos assentindo ao interessado um Certificado de Autorização de Voo Experimental (CAVE). Sendo os voos desses equipamentos regulados por meio da Instrução Suplementar N^o 21-002, a qual visa conduzir para a emissão do certificado de Autorização de Voo Experimental baseada no RBCA 21 para Veículos Aéreos Não Tripulados (SILVA FILHO, 2016).

Cabe salientar que, de acordo com a ANAC (2021), o certificado permite voos apenas para operações exploratórias, que envolvam os seguintes temas: pesquisa, treinamento e desenvolvimento.

A ANAC distingue e regulamenta os voos a partir de exigências que variam de acordo com as características de cada VANT. As aeronaves remotamente pilotadas dividem-se em três classes, segundo o peso máximo de decolagem,

considerando os pesos da bateria ou combustível do equipamento e de carga transportada eventualmente. Sendo a classificação somente dos RPA (aeronave remotamente pilotada, do inglês *remotely piloted aircraft*) (ANAC, 2021):

- Classe 1: Peso máximo de decolagem maior que 150 kg;
- Classe 2: Peso máximo de decolagem maior que 25 kg e até 150 kg;
- Classe 3: Peso máximo de decolagem de até 25 kg;
- Aeromodelos ou RPA com peso máximo de decolagem de até 250 g;
- RPA com peso máximo de decolagem maior que 250 g e até 25 kg.

Os pilotos remotos das aeronaves não tripuladas classe 1 ou 2 ou que almejam voos acima de 400 pés precisam possuir licença e habilitação válida emitida pela ANAC.

Visando a utilização dos VANT para inspeções prediais e vistoriais cautelares de obras residenciais em locais urbanos, os RPA utilizados se enquadram na Classe 3 (IBAPE/MG, 2019).

3.1.3 Tecnologias Empregadas nos VANT Civis e Militares

Um componente de suma importância para a operação dos VANT foi o desenvolvimento do “*data link*”, o qual tem como tradução “enlace de dados” e refere-se à comunicação de dois ou mais terminais de comunicação, ordenados em ambientes diferentes, facilitando a transmissão de dados entre os mesmos (ROCHUS, 1999).

O *data link* apresenta três tipos básicos, sendo classificados quanto ao sentido de transmissão das informações (ROCHUS, 1999):

- Simplex;
- Duplex;
- Semi-duplex.

3.1.4 Tipos de Softwares Utilizados

Para a obtenção das imagens aéreas com o uso do VANT são utilizados softwares que devem ser instalados no dispositivo móvel (*tablet* ou *smartphone*) conectado ao Rádio Controle (RC). Os dois principais tipos são classificados em (ALENCAR *et al.*, 2020) *software* para pilotagem manual e *software* para planejamento e execução de voos automatizados.

3.1.4.1 Software para pilotagem manual

Sendo empregado para realização de voos no modo manual, esse *software* é comandado exclusivamente pelo piloto remoto. Na tela do dispositivo móvel conectado ao Rádio Controle é possível visualizar todos os parâmetros de voo, como, por exemplo, velocidade e altura do voo, distância do drone até o ponto de decolagem, potência do sinal de rádio, indicador de carga da bateria, conexão com satélites, mapa de localização e bússola (ALENCAR *et al.*, 2020).

As informações acessórias que nele constam são: frequência de operação, capacidade do cartão de memória e configurações da câmera (ALENCAR *et al.*, 2020).

3.1.4.2 Software para planejamento e execução de voos automatizados

Diversos são os *softwares* disponíveis para planejamento e execução de voos automatizados, integrando desenvolvedores distintos. Dentre eles os principais são (ALENCAR *et al.*, 2020):

a) DRONE DEPLOY: Apresenta interface simples e intuitiva, sendo o mais popular dos *softwares* de planejamento;

b) DJI GS PRO: Proporciona a identificação do drone que será utilizado e a prévia calibração, conforme os critérios da câmera;

c) MAP PILOT: Possibilita o mapeamento de feições lineares e *download* da geomorfologia do terreno, preservando a altura do voo.

3.1.5 Uso do Drone em Atividades Diversas em Construções e Edificações Civis

Melo (2016) afirma que diante da instabilidade apresentada pela indústria da construção e a dificuldade no monitoramento das atividades, diversas pesquisas têm sido desenvolvidas com o intuito de utilizar o VANT com a finalidade de buscar soluções para o monitoramento das etapas, tornando o ambiente do canteiro de obras mais confiável e proporcionando melhores condições ao setor.

A inspeção de regiões ou partes mais altas das edificações através de métodos tradicionais demanda uma gestão na qual agrega locação, montagem e desmontagem de andaimes, equipamentos de segurança e escadas, além da execução recorrendo a mão de obra qualificada. Todo esse processo pode ser simplificado através da utilização do drone (TONDELO; BARTH, 2021).

A partir do desenvolvimento de sua pesquisa acerca das diretrizes para inspeção de segurança em canteiros de obra através de imageamento com Veículo Aéreo Não Tripulado, Melo (2016) dissertou com relação aos benefícios associados ao referente estudo, ratificando que a utilização da ferramenta no processo de inspeção tende a proporcionar melhorias durante o processo, sendo elas, na gestão do comportamento dos empregados, por meio da mudança de postura diante do constante monitoramento, inspeção eficiente do uso de equipamentos de proteção individual (EPI), fácil identificação dos problemas de segurança, controle permanente do canteiro e de zonas de difícil acesso (MELO, 2016). Melo (2016) afirma ainda que, o uso da tecnologia contribui para a redução de acidentes e gestão eficaz e eficiente do canteiro utilizando o gerenciamento dos recursos e monitoramento de atos e condições seguras. No método tradicional diversas informações se perdem no processo de coleta e processamento dos dados, com isso tal sistema contribui ainda com o aumento da transparência dos processos e com a comunicação entre os responsáveis pela segurança (MELO, 2016).

Ao desenvolverem estudos acerca do uso drone em canteiros de obra utilizando de forma composta imagens reais e renderização virtual no aprimoramento da aplicação da ferramenta, Wen e Kang (2014) puderam identificar problemas relacionados a conflitos de logística e planejamento. Irizarry

et al. (2012) avaliaram a utilização do VANT em sua pesquisa como uma ferramenta capaz de auxiliar na gestão de segurança em canteiro de obra, visando avaliar a sua usabilidade tanto por gerentes de segurança quanto para os trabalhadores.

O drone também foi utilizado como equipamento auxiliar na avaliação de edificações prontas. Ao desenvolver uma pesquisa documental acerca da inspeção de manifestações patológicas em edifícios utilizando uma câmera termográfica integrada ao VANT, Da Silva *et al.* (2021) avaliou as vantagens e limitações que a ferramenta pode proporcionar na identificação de anomalias térmicas relacionadas aos problemas patológicos. Com isso, verificou-se que o mecanismo possibilitou a otimização nos processos de inspeção predial, além de contribuir para a caracterização de zonas de difícil acesso e fornecer dados mais precisos e com uma maior rapidez.

Faust (2019) investigou e analisou os aspectos comportamentais do revestimento utilizado além da parte estrutural da edificação, fazendo o uso do drone como ferramenta. A partir de então pôde observar quantitativamente se o VANT apresentava capacidade de realizar uma inspeção, com base em imagens capturadas pelo mesmo; sendo então constatado pelo autor uma maior agilidade na inspeção predial, a qual foi efetuada em horas, obtenção de imagens de locais os quais nem sempre são de fácil acesso, além de imagens com riqueza de detalhes e de alta qualidade. Um fator apresentado como desvantagem no uso do *drone*, foi referente as condições climáticas, que necessitam estar favoráveis ao voo.

Seja para obtenção de informações para relatórios técnicos, realização de inspeção visual, monitoramento, auditoria ou perícias, o drone tornou-se uma ferramenta da engenharia que pode proporcionar muitos benefícios e auxiliar de maneira direta no desenvolvimento de atividades diversas. Durante a inspeção e monitoramento de obra civil com o drone, Miranda (2020) afirma que, para o gerenciamento de obras e acompanhamento regular, o VANT pode ser o equipamento ideal ao levar em consideração o custo benefício. Além do mais, voos utilizando aeronaves tripuladas com a finalidade de monitorar obras tornou-se inviável por diversos fatores como: necessidade de pessoas qualificadas, espaço físico e recursos, os quais não são disponibilizados nas obras usualmente.

Por outro lado, alguns pesquisadores relatam aspectos negativos ou pontos fracos na utilização do VANT. Um fato constatado por Tondelo e Barth (2021), ao realizar o estudo com base na análise das manifestações patológicas em fachadas utilizando o drone como ferramenta, foi que as inspeções podem ser prejudicadas devido a condições climáticas desfavoráveis e presença de obstáculos próximos às fachadas. Andrade *et al.* (2019) também apresentam relatos apontando dificuldades no uso do drone ao desenvolver um estudo quanto ao estado da arte da termografia infravermelha visando a viabilidade de aplicação da técnica para detecção de manifestações patológicas por meio do VANT. Foi constatada que a combinação dos sistemas ainda denota de limitações em vista da capacidade de carga do drone e em relação às oscilações climáticas que influenciam nos dados obtidos no termograma e no voo. Porém, diante dos avanços tecnológicos e de pesquisas que seguem sendo desenvolvidas, tais restrições podem vir a ser supridas (ANDRADE *et al.*, 2019).

Gonçalves *et al.* (2021) em sua pesquisa acerca das inspeções em obras de artes especiais através da utilização de drones ratificaram que o uso do equipamento na inspeção da ponte Pedra do Cavalo, localizada no km 200 da BR 101, situada no Recôncavo baiano, mostrou-se bastante eficaz no que tange a qualidade das imagens capturadas, possibilitando a visualização de detalhes, além das manifestações patológicas; no entanto, a ferramenta apresentou algumas limitações com relação à visualização de alguns elementos, como aparelhos de apoio, drenos e juntas. No mais, esses pesquisadores concluíram que o VANT se mostra como uma tecnologia com elevado potencial para auxiliar nas inspeções visuais diretas, as quais são normatizadas pelo DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes).

4 METODOLOGIA

Nesse capítulo será descrito o método de pesquisa utilizado para o desenvolvimento do trabalho, a partir do qual será exposta a estratégia de pesquisa adotada e, em seguida, seu delineamento.

4.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

A estratégia de pesquisa adotada para o desenvolvimento do estudo em questão é a revisão de literatura com abordagem narrativa, na qual se trata de um processo de busca, análise e descrição de um determinado assunto. Com relação aos meios de investigação, foi feito um levantamento bibliográfico, no qual possibilitou a construção de referencial teórico acerca dos assuntos relacionados à pesquisa.

A revisão de literatura narrativa apresenta uma seleção dos estudos e interpretação das informações na qual podem estar sujeitas à subjetividade do autor. Para o presente estudo, a escolha de tal estratégia ocorreu devido à natureza empírica de avaliar os impactos ocasionados pelo uso do VANT em inspeções de canteiros de obras residenciais, além de ser considerado um tema contemporâneo, em que muito se discute atualmente, entretanto ainda necessita ser mais aprofundado para que seja melhor compreendido.

Ademais, foi efetuada uma pesquisa de natureza documental em bases de dados de forma manual, automática, em vista de localizar os estudos primários e secundários. Cujas informações foram coletadas em: *sites* oficiais, associações, órgãos governamentais, anais de conferências e periódicos em busca de artigos científicos; buscas por teses, dissertações e/ou monografias acerca do tema; livros, enciclopédias, além de normas e demais materiais institucionais.

Para facilitar a identificação dos trabalhos de interesse utilizou-se palavras-chave como, VANT; *drone*; inspeção; construção civil. Com isso, através da leitura dos títulos e *abstracts* foi possível identificar pesquisas relacionadas a área.

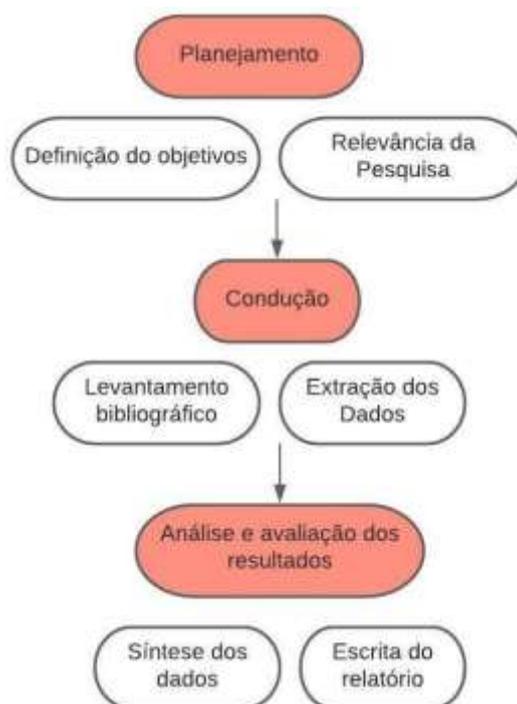
Após a revisão documental, foram extraídos dados e informações, os quais foram avaliados acerca da sua qualidade e capacidade em dar respostas aos

objetivos desta pesquisa. Por fim, realizou-se uma síntese para que os resultados e interpretações pudessem ser redigidos.

4.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Como etapas da pesquisa, o delineamento foi feito em: (a) Planejamento; (b) Condução; e por fim (c) análise e avaliação dos resultados. A seguir, apresenta-se o esquema com o delineamento do estudo (Figura 7) e as seções que abordam a metodologia da pesquisa desenvolvida em cada etapa do trabalho

Figura 7 - Esquema com delineamento de pesquisa.



Fonte: Autora, 2021.

4.2.1 Planejamento

Durante o planejamento da pesquisa foram definidos quais eram os objetivos almejados pelo estudo, qual seria a relevância do tema estudado, o método de revisão abordado, com base no tema, além dos critérios de qualidade dos estudos avaliados.

4.2.2 Condução

A partir da revisão de literatura foi feito um levantamento acerca das normas de inspeção de segurança, dos impactos da falta de inspeção, as diretrizes de segurança, incluindo o sistema de gestão de saúde e segurança ocupacional e a inspeção de segurança e gestão em canteiros de obras; além dos conceitos básicos envolvendo a tecnologia do VANT, principais características, limitações e regulamentações, ademais dos principais *softwares*, tecnologias e diversos usos nas construções e edificações civis, e por fim o planejamento e coleta de dados através do VANT.

Dentre os principais segmentos almejados a partir do desenvolvimento da revisão bibliográfica, identificou-se o problema da pesquisa, norteando para a formulação das questões, objetivos e delineamentos do estudo, contribuindo para que fossem identificados os impactos ocasionados pela utilização do VANT como ferramenta de inspeção em canteiros de obra, além dos critérios de inspeções e monitoramentos de segurança tradicionais comumente utilizados na construção civil.

4.2.3 Análise e Avaliação dos Resultados

Para que fosse possível avaliar o método de maior eficácia e os impactos gerados pelo uso de tal ferramenta contemporânea foi realizada uma análise comparativa acerca dos dois métodos de acompanhamento e controle da segurança em construções residenciais.

Sendo as etapas de verificação divididas em coleta de informações, registro das não conformidades, e administração dos resultados. Deve-se atentar para a falta de padronização dos processos, restrição de acesso à informação, falta de documentos normalizados entre outros.

Enfim, a partir da análise e avaliação dos resultados, foi possível realizar uma síntese das informações obtidas baseadas na revisão de literatura, e com isso, obteve-se os resultados quanto aos objetivos almejados para que pudesse produzir a atual pesquisa.

5 RESULTADOS

Este capítulo apresenta os resultados provenientes da revisão de literatura, na qual visa responder questões relacionadas ao levantamento sobre os critérios de inspeção e controle de segurança tradicionais, usualmente utilizados na construção civil; as etapas necessárias para o monitoramento das atividades realizadas no canteiro de obras utilizando o VANT, além da identificação do método de inspeção da segurança em canteiros de obras residenciais que proporciona maior eficácia para o monitoramento da segurança nas construções.

Com base no levantamento bibliográfico abordado foi possível observar que, inspeções de segurança ainda são muito negligenciadas em canteiros de obras, fato esse que reflete no elevado índice de acidentes ainda constatados no Brasil. A NR 18:2020 apresenta-se como uma norma de suma importância na verificação das condições de segurança da construção civil, tornando a realização de visitas e inspeções periódicas ao canteiro de obras fundamental.

O ato de inspecionar visualmente o canteiro de obras pode ser constatado tanto nas inspeções comumente tradicionais quanto através da utilização do VANT. Com isso, a tarefa de observação pode ser definida como caminhar frequentemente pelo local e obter dados em tempo real, através da observação direta e interação com os trabalhadores (IRIZARRY *et al.*, 2012).

5.1 CRITÉRIOS DE INSPEÇÃO DE SEGURANÇA TRADICIONAIS

5.1.1 Diretrizes de Inspeção de Segurança

Saurin (2002) define o planejamento da segurança analisando quais são, como e quando as ações preventivas devem ser implementadas, sendo determinadas em três níveis hierárquicos de tomada de decisão: longo, médio e curto prazo.

O planejamento de longo prazo da segurança dura todo o período da construção, destacando-se pela elaboração de planos de segurança, podendo ser elaborados por meio de técnicas tradicionais, como o cronograma de Gantt, técnicas de redes ou linha de balanço (CAMBRAIA, 2004).

O planejamento de médio prazo da segurança consiste na realização de um estudo de restrições associadas a cada atividade; sendo essas restrições entendidas como atividades gerenciais, necessidades físicas, financeiras e informações de projeto, as quais impedem a programação das atividades atribuídas às equipes (CAMBRAIA,2004).

O planejamento de curto prazo da segurança é realizado em ciclos semanais, ocorrendo a atribuição de recursos físicos (mão-de-obra, equipamentos e ferramentas) às tarefas planejadas no plano de médio prazo. O DDS (diálogo diário de segurança) destaca-se como um plano de segurança a curto prazo, no qual envolve a execução e a segurança das atividades planejadas para o dia de trabalho (CAMBRAIA, 2004).

A observação durante o processo de inspeção de segurança do canteiro de obras apresenta três características: (1) ser frequente; (2) observação direta; (3) interação direta com os trabalhadores. Sendo explanadas a seguir (IRIZARRY *et al.*, 2012):

1) Ser frequente: Como responsabilidade dos gerentes de segurança é imprescindível que o mesmo efetue caminhada diária e observe todo o canteiro de obras. Inspeccionando trabalhadores, materiais e equipamentos, baseados em critérios de segurança. Usualmente, tal inspeção deveria ocorrer no dia a dia;

2) Observação direta: Tarefa diária de inspeção. Exige que o profissional de segurança possa ir pessoalmente a todos os diferentes setores do canteiro de obras;

3) Interação direta: Além de visualizar o que se passa nas diferentes zonas do canteiro de obras, o gerente de segurança necessita ser capaz de interagir com os trabalhadores.

Tinmannsvik e Hovden (2021) afirmam que, para que ocorra o controle da segurança é imprescindível que haja planejamento e investigação sistemática da organização e dos procedimentos administrativos. Entretanto, para a concretização deste planejamento, serão necessários critérios de diagnóstico e de desenvolvimento da segurança. Alguns métodos de análises de segurança citados por Tinmannsvik e Hovden (2021) em sua pesquisa são:

a) MORT (*Management Oversight and Risk Tree*) – é considerada uma árvore lógica na qual propicia um método disciplinado de análises de acidente, e oferta um formato para o programa de avaliação da segurança. É caracterizada como uma nova aproximação da científica gerência de segurança, e tem proporcionado uma base para um desenvolvimento adicional das análises de segurança, garantindo a metodologia da Segurança da Indústria.

b) SMORT (*Safety Management and Organisation Review Technique*) – trata-se de um desenvolvimento mais recente que o MORT, método sistemático de investigação da segurança destinado para auditorias de segurança, proporciona um sábio e sistemático avanço através da resolução de fatores causais, a começar pela identificação dos fatores de influência de risco ao nível do local de trabalho e seguindo para os diversos níveis de gerência da organização.

c) ISRS (*International Safety Rating System*) – programa de auditoria destinado à Segurança e Atividades da Saúde de uma Organização.

Dentre os impedimentos para a obtenção de melhores resultados para a SST estão os relacionados às limitações de natureza técnica, administrativa ou financeira, propiciando na ocorrência de acidentes. Com isso, a adoção de medidas gerais de prevenção deve ser tomada, dentre as quais deve-se ressaltar (CBIC, 2017):

- I. Exigência de liberação para as suas respectivas atividades somente de trabalhadores treinados e/ou capacitados;
- II. Não haver improvisos, seja na utilização de ferramentas manuais, nos arranjos físicos, movimentação de cargas, entre outros;
- III. Exigência de adequação plena em todas as instalações elétricas;
- IV. Permissão de uso de máquinas e equipamentos somente com manutenção adequada;
- V. Vistoria contínua dos equipamentos de proteção coletiva (EPC), com a finalidade de evitar qualquer alteração que diminua sua eficácia;
- VI. Definir monitoramento e controle para o correto uso de equipamentos de proteção individual (EPI);

VII. Exigência da análise prévia dos riscos para todas as atividades obreiras (rotineiras e não rotineiras);

VIII. Imposição da supervisão técnica habilitada em trabalhos que exigem projetos específicos de maior risco.

De acordo com Da Costa (2004), para que ocorra a verificação das condições de segurança é de suma importância verificar os requisitos da NR 18:2020 em se tratando de EPC (Equipamentos de Proteção Coletiva) e EPI (Equipamentos de Proteção Individual), conscientizações e/ou treinamentos em segurança dentro da construção civil e a limpeza e organização das áreas de vivência.

Ao citar o CCOHS (*Canadian Center of Occupational Health and Safety*), Almeida *et al.* (2003) afirmam em seu trabalho que, para a análise dos acidentes dispõe de cinco categorias de fatores, as quais são: pessoa, tarefa, material, ambiente e gestão. Entretanto, como prevenção, tais fatores podem ser utilizados para análise e avaliação da segurança do trabalho. O HSE – *Health and Safety Executive*, do Reino Unido, descreve em seu *site* características de uma investigação dos acidentes reconhecidas como “análise de sucesso” (DA COSTA, 2004), sendo elas:

- Adotar modelo sistêmico;
- Envolver pessoas de níveis hierárquicos diferentes;
- Dispor de protocolos para compor e dar suporte à análise;
- Desenvolver, implementar e manter atualizadas as recomendações;
- Acompanhar os resultados das ações instauradas;
- Desenvolver bancos de informações acessíveis.

Pacheco Jr *et al.* (2000) ratificam que, as organizações apresentam uma estrutura hierárquica com diversos níveis, sendo que os fundamentos teóricos os quais almejam direcionar e controlar os processos organizacionais originam-se das questões conceituais. Usualmente, em uma organização tem-se os fatores gerenciais gerais e os fatores gerenciais específicos de segurança (TINMANN SVIK e HOVDEN, 2021), os quais estão dispostos no Quadro 3.

Acredita-se que, demonstrar a execução bem sucedida deste documento, assegura aos trabalhadores e à outras partes de interesse um sistema efetivo de gestão de SSO em vigor. Porém, não garante a prevenção de lesões e problemas de saúde aos trabalhadores, locais seguros e saudáveis de trabalho e melhor desempenho de SSO (Saúde e Segurança Ocupacional) (ISO 45001:2018).

Quadro 3 - Fatores gerenciais gerais e específicos de segurança.

FATORES GERENCIAIS DE SUCESSO
a) Liderança, compromisso, responsabilidades e responsabilização da alta Direção
b) Gestação da alta Direção, liderando e promovendo uma cultura na organização suportando os resultados almejados do SGSSO
c) Comunicação
d) Consulta e participação dos trabalhadores, e quando existirem, representantes dos trabalhadores
e) Alocação dos recursos necessários para manter o sistema
f) Políticas de SSO, compatíveis com os objetivos estratégicos gerais e direção da organização
g) Processo(s) efetivo(s) para identificação de perigos, controle de risco de SSO e aproveitamento de oportunidades de SSO
h) Avaliação contínua do desempenho e monitoramento do sistema de gestão de SSO para melhorar o desempenho
i) Integração do sistema de gestão de SSO nos processos de negócios da organização
j) Objetivos que se alinhem com a política de SSO, considerando os perigos da organização, os riscos de SSO e as oportunidades de SSO
k) Compliance de requisitos legais e outros requisitos

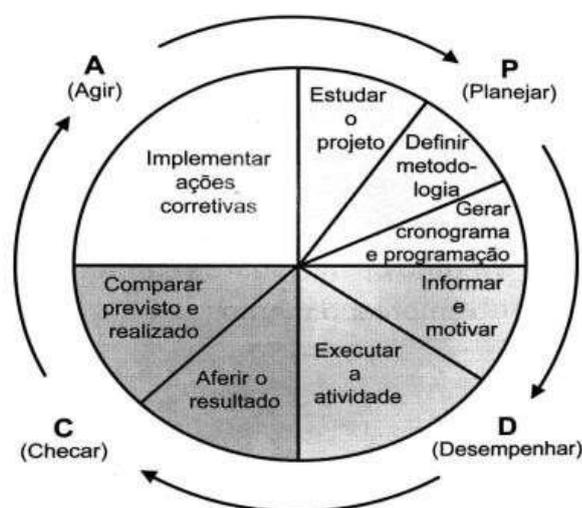
Fonte: ISO 45001:2018.

5.1.2 Sistemas de Gestão de Saúde e Segurança Ocupacional (SGSSO)

A ISO 45001:2018 ratifica que, aderir a um sistema de gestão de SSO possibilita a uma organização proporcionar locais de trabalho seguros e saudáveis, evitar lesões e problemas de saúde associados ao trabalho, além de melhorar continuamente o desempenho de SSO. Um SGSSO tem como objetivo disponibilizar uma cadeia para gerenciamento de riscos e oportunidades, sendo de suma importância para a organização eliminar os perigos e minimizar os riscos de SSO, através de medidas preventivas e de proteção efetivas.

A abordagem do SGSSO aplicada pelo ISO 45001:2018 baseia-se no conceito *Plan-Do-Check-Act* (P: Planejar; D: Fazer; C: Checar; A: Agir). O ciclo PDCA, como pode ser observado na Figura 8, trata-se de um processo de melhoria contínua, sendo representado graficamente em um círculo em que cada quadrante está relacionado a uma fase do processo, demonstrando que o trabalho de planejar e controlar é uma constância durante a construção do empreendimento (MATTOS, 2019).

Figura 8 - Ciclo de vida do projeto.



Fonte: MATTOS, 2019.

A realização de visitas e inspeções periódicas ao canteiro de obras torna-se de suma importância, a fim de assegurar os requisitos previstos pela NR 18 e pela GSST da obra, para que o processo de melhoria contínua aconteça (AKSORN e HADIKUSUMO, 2008). Além de contribuir para o monitoramento dos canteiros, os resultados auxiliam na tomada de decisão.

Com base nas instruções da OIT, para a gestão de SST é necessário seguir, no mínimo, e com eficácia, os preceitos a seguir (CBIC, 2017):

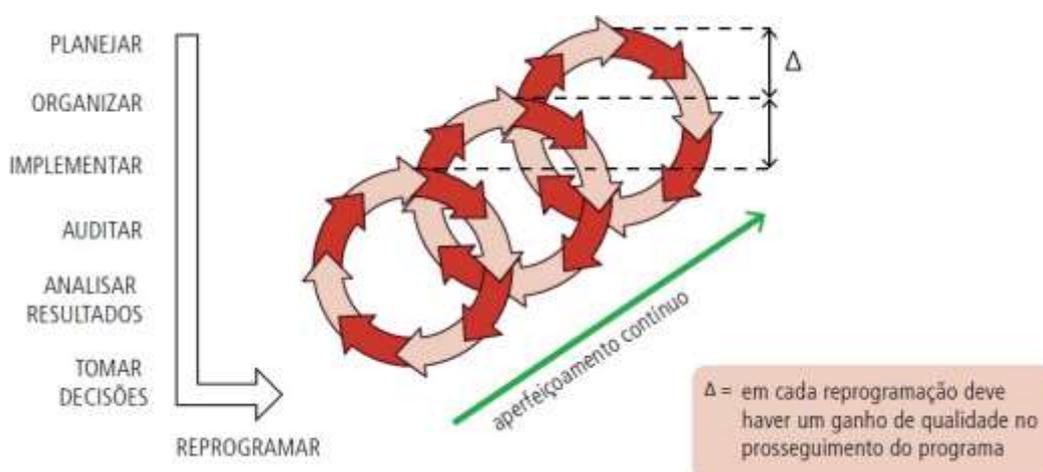
- Estabelecimento de uma política de SST que contenha metas, estratégias para sua obtenção, planos com periódicas avaliações e correções de rumo, caso

necessário, deixando ciente de tais procedimentos todos os empregados da empresa;

- Designação de responsáveis pelas ações, sendo eles executores e avaliadores, os quais deverão ter conhecimento acerca da SST e poder de decisão;
- Prestação de transparência e divulgação a todas as ações, como resultado de avaliações ambientais, cronogramas de ações, alterações em convenções e acordos coletivos e, em especial, do PPRA (Programa de Prevenção de Riscos Ambientais);
- Manutenção dos registros de todas as ações, atas de reuniões e demais documentos pertinentes à SST organizados;
- Garantia de participação de todos os trabalhadores da empresa, em especial dos membros da CIPA (Comissão Interna de Prevenção de Acidentes), caso ocorra alterações em arranjo físico, processos, máquinas e equipamentos, materiais entre outros.

A Figura 9 a seguir ilustra a dinâmica da gestão de SST, com base no Guia para Gestão de Segurança nos Canteiros de Obras (CBIC, 2017).

Figura 9 - Dinâmica de Gestão.



Fonte: CBIC, 2017.

5.1.3 Inspeção de Segurança e Gestão de Canteiros de Obra

As inspeções de segurança no trabalho têm um caráter altamente preventivo, com o objetivo de detectar condições inseguras e/ou atos inseguros, e com isso providências necessárias devem ser tomadas para o controle e eliminação das condições inseguras, e a reciclagem de treinamento. Sendo as inspeções classificadas como (PROCÓPIO, 2010):

I. Inspeção Diária de Segurança: efetuada diariamente pelo técnico de Segurança do Trabalho;

II. Inspeção Prévia de Novas Frentes de Serviço: é efetuada pelo SESMT e o responsável pela nova frente de serviço, avaliando as prováveis interferências, métodos e procedimentos a serem admitidos para eliminação ou neutralização de riscos apontados;

III. Inspeção Mensal de Segurança: realizada pelo SESMT, ao inspecionar equipamentos, materiais e ferramentas recebidas pelo empreendimento, sendo evidenciados: inspeção de veículos e equipamentos, inspeção de extintores de incêndio, inspeção de EPI e EPC;

IV. *Check list* de Segurança: realizado pelo SESMT, trimestralmente, para avaliar de forma geral as condições de segurança e qualidade de vida da obra.

Saurin e Formoso (2006) ressaltam que o diagnóstico efetivo dos canteiros de obra deve ser tarefa prioritária a ser executada em um programa de melhorias, visto que subsídios são gerados para que sejam realizadas as etapas de padronização e planejamento. Como método de diagnóstico, propõe-se aplicação conjunta de três ferramentas: *check list* (lista de verificação), elaboração de croqui do *layout* e registro fotográfico.

5.1.3.1 Check list

Sendo considerado o mais extenso dentre as ferramentas, o *check list* permite uma vasta análise qualitativa do canteiro de obras, tanto no quesito da logística quanto no *layout*, a partir dos seus três principais aspectos definidos de acordo com diversas fontes, como normas, inventário, manual sobre segurança entre outros. Sendo esses aspectos: instalações provisórias, segurança no

trabalho e sistema de movimentação e armazenamento de materiais (SAURIN e FORMOSO, 2006).

5.1.3.2 Elaboração de croquis

A partir de croquis do *layout* é possível identificar problemas com relação ao arranjo físico, sendo essa ferramenta necessária visto que, em sua maioria os canteiros de obra não apresentam uma planta de *layout*, fato que obriga a criação de um croqui no decorrer da visita de diagnóstico (SAURIN e FORMOSO, 2006).

5.1.3.3 Registro Fotográfico

Para a apresentação dos resultados do diagnóstico os registros visuais tornam-se de suma importância para a visualização da situação encontrada, servindo de instrumento de apoio à argumentação (SAURIN e FORMOSO, 2006).

Neste sentido, Toole (2002) frisa que, os fatores para a prevenção de acidentes implicam na observação possibilitando a visualização das condições ambientais de trabalho e a interação direta entre os funcionários. Com a interação direta é possível realizar um *feedback* em tempo real, evitando certas imprudências, como a falta de equipamentos de proteção, condições de trabalho inseguras, entre outros.

Lin *et al.* (2014) *apud* Melo (2016, p.60) afirmam que, de acordo com constatações de campo, as etapas de inspeção de segurança podem ser divididas em: coleta de informações de projeto fase; registro da fase com violações observadas; e administração da fase de acordo com os resultados da inspeção. A frequência da inspeção irá depender da escala e importância do projeto. Os resultados obtidos durante a inspeção geralmente podem ser utilizados para identificação de indicadores para o desempenho de projetos de segurança (LIN *et al.*, 2014 *apud* MELO, 2016, p. 61). Como causas para a ineficácia e ineficiência das etapas de inspeção esses autores ratificam a falta de padronização dos processos; restrição de acesso à informação; falta de documentos normalizados; coleta repetida de dados; e falta de especialistas em segurança. Diante dessas e

outras causas existe a necessidade de se avaliar outros métodos de inspeção mais promissores e tecnológicos.

Com embasamento em estudos realizados por autores como Pacheco Jr. *et al.* (2000), Toole (2002) Saurin e Formoso (2006), Costa (2014), Melo (2016), CBIC (2017), Mattos (2019) e Tinmannsvik e Hoyden (2021) observou-se que:

a) Como dinâmica da gestão de SST segue-se um padrão de: planejar; organizar; implementar; auditar; analisar resultados; tomar decisões; e reprogramar (CBIC, 2017). Além do mais, o ciclo PDCA baseia a abordagem do SGSSO aplicada pelo ISO 45001:2018.

b) Para as inspeções das condições de segurança é imprescindível que os requisitos da NR 18 sejam verificados, como por exemplo acerca dos EPI, EPC, conscientizações e/ou treinamentos em segurança dentro da construção civil e a limpeza e organização das zonas de vivência (DA COSTA, 2004).

c) Como metodologia para o diagnóstico de inspeções de segurança em canteiros de obra é proposta a aplicação conjunta de três ferramentas, sendo elas: *check list*, elaboração de croqui do *layout* e registro fotográfico (SAURIN e FORMOSO, 2006).

Através da visualização das condições do ambiente e da interação direta entre funcionários por meio de *feedback* em tempo real é possível prevenir possíveis acidentes, tais como por falta de equipamentos de proteção, condições de trabalho inseguras, entre outras condições.

A falta de padronização dos processos, restrição de acesso à informação, falta de documentação normalizada, dados de coletas repetidos, e a falta de especialistas na área de segurança contribuem para a ineficácia e ineficiência das etapas de inspeção (LIN *et al.*, 2014 *apud* MELO, 2016, p. 62).

5.1.4 Vantagens da Utilização dos Critérios de Inspeção Tradicionais

Diante dos critérios de inspeção tradicionais comumente utilizados e das diretrizes de segurança apresentadas pelos mesmos, tais vantagens foram constatadas, com base na sua utilização:

- Interação direta, com a possibilidade de *feedback* em tempo real;

- Trabalhadores adeptos a ter um gerente de segurança percorrendo o canteiro de obras, com o intuito de verificar os requisitos de segurança (IRIZARRY *et al.*, 2012);
- Evita que a segurança dos trabalhadores no canteiro de obras seja colocada em risco, diante de distrações ou por atropelamentos por meio do VANT (IRIZARRY *et al.*, 2012);
- Apresenta-se como um método mais usualmente utilizado e conhecido.

5.1.5 Desvantagens da Utilização dos Critérios de Inspeção Tradicionais

Como desvantagens na utilização dos critérios de inspeção tradicionais é tangível:

- Restrição de acesso aos técnicos responsáveis pelas averiguações visuais aos locais de difícil acesso (MORGENTHAL e HALLERMANN, 2014);
- Ao haver somente um gerente de segurança responsável pelo canteiro de obras, a observação frequente pode demandar tempo e tornar-se complexa (IRIZARRY *et al.*, 2012);
- A partir da observação direta o profissional qualificado deveria estar presente em um curto espaço de tempo em qualquer lugar específico para obter dados em tempo real (IRIZARRY *et al.*, 2012);
- Riscos de acidentes devido a necessidade de uso de equipamentos de elevação, em determinados casos, como por exemplo inspeção no topo das estruturas do telhado (MORGENTHAL e HALLERMANN, 2014);
- A coleta manual dos dados retarda a análise dos mesmos, ocasionando em perda de informações e o não compartilhamento com os envolvidos no projeto (MELO, 2016);

5.2 ETAPAS NECESSÁRIAS PARA O MONITORAMENTO DAS ATIVIDADES UTILIZANDO O VANT

5.2.1 Planejamento e Coleta de Dados através do VANT

Ao desenvolver sua pesquisa acerca da avaliação da usabilidade da tecnologia do drone como ferramenta de inspeção de segurança, Irizarry *et al* (2012) pontuou que a utilização do VANT pode parecer muito útil para as inspeções; e por isso fez-se necessária a observação quanto ao uso tanto por gerentes de segurança quanto por trabalhadores do canteiro de obras. Para que seja usado de maneira eficiente, um sistema deve ser de fácil manuseio e apresentar o menor número de erros (IRIZARRY *et al.*, 2012).

Melo (2016) desenvolveu um conjunto de formulários para planejamento e coleta de dados utilizando o VANT a partir da adaptação de um conjunto de *check list* e formulários para sua aplicação na inspeção de segurança, desenvolvido por Irizarry *et al.* (2015b) através de um estudo baseado na construção de uma planta industrial nos Estados Unidos. Tais etapas consistem em (MELO, 2016):

1. Formulário para reunião de planejamento;
2. *Check list* para missão VANT e formulário de dados de voo;
3. *Check list* de segurança;
4. Registro de dados dos voos.

Ademais, Miranda (2020) ratifica em seu estudo que durante uma inspeção são associadas as informações coletadas com os requisitos e procedimentos básicos necessários, de acordo com a NBR 13752:1996 sobre perícias de engenharia na construção civil, as quais devem ser vistas na obra. Tais informações devem ser definidas para que a metodologia empregada nas investigações e o processo da coleta e refinamento dos dados sejam direcionados, e para garantir a qualidade e precisão na análise técnica. Como parâmetros necessários para o monitoramento através do VANT, são definidos (MIRANDA, 2020):

a. Considerações gerais: Por meio do preenchimento de um *check list* realizado em obra com o auxílio do engenheiro responsável pela execução da mesma;

b. Estudo prévio da área a ser inspecionada: Delimitando o espaço no qual será realizado a captura das imagens; verifica-se a presença de obstáculos ou objetos que limitem a execução do estudo; determinação do local de levantamento de voo e pouso do drone.

c. Planejamento de voo: Contendo a duração de voo, sua trajetória, entre outras informações importantes.

d. Processamento das imagens: As imagens são processadas e analisadas com base no *check list* de inspeção e monitoramento de obra civil.

Quanto à utilização do VANT como instrumento de inspeção e monitoramento das atividades em canteiros de obra e/ou campos, pesquisas desenvolvidas por Wen e Kang (2014), Melo (2016), Barcelos (2017) e Miranda (2020) apontam uma série de recomendações. Acredita-se que esta ferramenta surge como uma melhoria importante para o processo de inspeção, contribuindo na gestão pessoal, inspeção eficiente dos equipamentos de proteção, facilidade na identificação dos problemas de segurança, controle constante dos canteiros de obra e zonas de difícil acesso. Os drones ainda possibilitam a otimização nos processos de inspeções prediais, fornecimento de dados mais precisos e com maior rapidez (DA SILVA *et al.*, 2021). Como limitações apresentadas por tal ferramenta, destacam as condições climáticas desfavoráveis, presença de obstáculos, além dos riscos apresentados aos trabalhadores (MIRANDA, 2020; IRIZARRY *et al.*, 2012).

Para planejamento e coleta de dados o padrão utilizado pelo VANT é de formulação de *check list*, reconhecimento do território a ser inspecionado, planejamento do voo, coleta e processamento de imagens; e por fim organização dos resultados (MIRANDA, 2020).

Em se tratando de monitoramento ou inspeção de obras, o uso do VANT contribui ao proporcionar aos operadores destas atividades mais segurança, visto que tais trabalhadores utilizam técnicas críticas ao inspecionar áreas de acesso

restrito em edificações, além de assegurar resultados com maior rapidez e praticidade (IBAPE/MG, 2019).

Por fim, é possível constatar que o VANT chega à indústria da construção civil conquistando o seu espaço na inspeção e controle de segurança dos canteiros de obra, tornando-se uma ferramenta imprescindível nos dias atuais para auxiliar no seu monitoramento. Em suma, a contribuição que o instrumento traz para o setor faz com que o método proporcione maior eficácia quando comparado aos métodos tradicionais de inspeção. Entretanto, diante da lacuna apresentada pela tecnologia acerca da sua inclusão fundamentada, o VANT torna-se uma ferramenta auxiliar nos processos de inspeção, atuando em conjunto com os métodos de inspeção tradicionais usualmente utilizados.

5.2.2 Vantagens da Utilização do VANT como Método de Inspeção

Como vantagens apresentadas pelo uso do VANT aplicado à inspeção e monitoramento dos canteiros de obras e/ou campos de trabalho, pode-se constatar:

- Tamanho reduzido da aeronave, quando comparada às outras aeronaves utilizadas, como por exemplo helicópteros e aeroplanos (BARCELOS, 2017);
- Ter a tecnologia do drone dispensaria a presença do gerente de segurança constantemente na maior parte do canteiro de obras (IRIZARRY *et al.*, 2012);
- Obtenção de imagens de alta qualidade, sendo de alta resolução temporal e de baixo custo, se confrontados a outros métodos convencionais (BARCELOS, 2017);
- Praticidade e facilidade de alcançar locais de difícil acesso (IBAPE/MG, 2019);
- Capacidade de acoplar variados tipos de dispositivos tecnológicos, como GPS, *scanners*, câmeras digitais de alta resolução, dentre outros, tornando essa tecnologia uma plataforma móvel com elevada capacidade de sensoriamento e aquisição de dados (SIBERT e TEIZER, 2014 *apud* MIRANDA, 2020);

- Transparência dos processos e comunicação entre os responsáveis pela segurança, devido ao fato de no método tradicional muita informação se perder no processo de coleta e processamento dos dados (MELO, 2016).

5.2.3 Desvantagens da Utilização do VANT como Método de Inspeção

Como desvantagens na utilização da ferramenta VANT como método de inspeção, pode-se salientar:

- Pontos de interferência que podem vir a prejudicar o voo como por exemplo, condições climáticas, equipamentos, redes elétricas ou vegetações (MIRANDA, 2020);

- Ao projetar um experimento simulando o uso real de um drone no canteiro de obras através de três condições distintas de visualização, constatou-se que ao monitorar o canteiro via smartphone ocorre uma redução estatisticamente significativa na pontuação de precisão quando comparado a uma visualização plana (IRIZARRY, 2012);

- Colocar em risco a segurança dos trabalhadores no canteiro de obras, seja por distrações ou mesmo atropelamentos por drones (IRIZARRY *et al.*, 2012);

- Em circunstâncias críticas pode não funcionar adequadamente (IRIZARRY *et al.*, 2012);

O Quadro 4 a seguir apresenta um quadro resumo referente às vantagens e desvantagens dos dois métodos explanados.

Quadro 4 - Método Tradicional x VANT.

QUADRO RESUMO			
Método Tradicional		Método VANT	
Vantagens	Desvantagens	Vantagens	Desvantagens
Interação direta	Restrição de acesso aos técnicos responsáveis pelas averiguações visuais aos locais de difícil acesso	Tamanho reduzido da aeronave	Pontos de interferência que podem vir a prejudicar o voo
Trabalhadores adeptos a ter um gerente de segurança percorrendo o canteiro de obras	A observação frequente pode demandar tempo e tornar-se complexa	Ter a tecnologia do drone dispensaria a presença do gerente de segurança constantemente na maior parte do canteiro de obras	Ao monitorar o canteiro via smartphone ocorre uma redução estatisticamente significativa na pontuação de precisão quando comparado a uma visualização plana
Evita que a segurança dos trabalhadores no canteiro de obras seja colocada em risco, diante de distrações ou por atropelamentos por meio do VANT	A partir da observação direta o profissional qualificado deveria estar presente em um curto espaço de tempo em qualquer lugar específico para obter dados em tempo real	Obtenção de imagens de alta qualidade, sendo de alta resolução temporal e de baixo custo	Colocar em risco a segurança dos trabalhadores no canteiro de obras, seja por distrações ou mesmo atropelamentos por drones
Apresenta-se como um método mais usualmente utilizado e conhecido	Riscos de acidentes	Praticidade e facilidade de alcançar locais de difícil acesso	Em circunstâncias críticas pode não funcionar adequadamente
	A coleta manual dos dados retarda a análise dos mesmos	Capacidade de acoplar variados tipos de dispositivos tecnológicos	
		Transparência dos processos e comunicação entre os responsáveis pela segurança	

Fonte: Autora, 2021.

Diante dos pontos apresentados pelos métodos avaliados é cabível argumentar que o VANT surge como uma ferramenta com um potencial elevado de auxiliar na melhoria das inspeções de segurança nos canteiros de obra residenciais. E, com o desenvolvimento de mais algumas pesquisas quanto a sua aplicabilidade tornar-se o melhor método a ser utilizado nas inspeções de segurança.

6 CONCLUSÕES

Diante do atual cenário da construção civil em busca de ferramentas inovadoras e que possam contribuir para com a prevenção de acidentes, presente pesquisa tem como objetivo geral avaliar os métodos de inspeção e acompanhamento da segurança em canteiros de obras por meio de uma análise comparativa acerca da utilização dos métodos tradicionais e do uso dos Veículos Aéreos Não Tripulados. A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que:

- O VANT tem a capacidade de transferir dados em tempo real, além da possibilidade de efetuar voos mais rápidos, seguros e com baixo custo;
- O VANT contribui para caracterização e registro de zonas de difícil acesso;
- O VANT poupa os trabalhadores envolvidos no canteiro de obras de colocarem em risco a sua segurança quanto a inspeções em elevações e em contrapartida apresenta risco diante da dispersão dos mesmos e a possibilidade de serem atingidos pela ferramenta;
- Por apresentar somente um profissional de segurança no canteiro de obras, a inspeção através do método tradicional torna-se mais lenta e complexa;
- No método tradicional muita informação é perdida durante o processo de coleta e processamento dos dados, sendo que com o VANT os processos e a comunicação entre os responsáveis pela segurança ocorrem de maneira mais transparente.

Por fim, com base nos dados obtidos através do presente trabalho é possível observar que o uso dos drones no monitoramento e acompanhamento das inspeções de canteiros de obra apresenta diversas vantagens, que acabam por amenizar as desvantagens apresentadas, e que a depender da disponibilidade de recursos e do porte da obra a utilização do VANT é apresentada como um melhor método a ser utilizado. No mais, o seu emprego em conjunto com o método tradicional também pode ser apresentado como uma opção interessante e que proporcionada união entre as vantagens potenciais dos dois métodos de inspeção da segurança em obras residenciais.

7 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Por se tratar de uma ferramenta de todo modo recente, a utilização do VANT ainda necessita de novos estudos que contribuam para que o drone possa atuar de maneira efetiva no monitoramento dos canteiros de obra residenciais. Doravante esta pesquisa, foram propostas sugestões para trabalhos futuros:

a) Desenvolver estudos que avaliem as limitações encontradas pelo VANT nas inspeções de segurança dos canteiros de obra;

b) Desenvolver estudos que possibilitem averiguar alternativas cabíveis para a aplicação do VANT diante das adversidades, como chuvas, ventos, presença de obstáculos, entre outros;

c) Desenvolver pesquisas acerca do desafio social apresentado na aplicação do VANT como ferramenta de inspeção de segurança dos trabalhadores, os quais já estão mais familiarizados com o método tradicional de inspeção nos canteiros de obras;

d) Avaliar a utilização dos drones no acompanhamento da segurança em outras tipologias de edificação, tais como obras rodoviárias e hidroviárias.

8 REFERÊNCIAS

ALCOFORADO, A. F. P. Proposta de Modelo para Implementação de um Sistema de Gestão da Qualidade e Saúde e Segurança do Trabalho na Construção Civil. 2008. 161 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.

ALENCAR, A.E.B.; ATTADEMO, F.L.N.; NORMANDE, I.C.; LUNA, F.O. Uso de aeronaves não tripuladas (DRONES) para pesquisa e monitoramento de peixe-boi-marinho e seu habitat. Brasília: ICMBio. 45 p, 2020.

ALMEIDA, I. M. de. Caminhos da análise de acidentes do trabalho. Brasília: MTE, SIT, 2003.

AKSORN, T.; HADIKUSUMO, B. HW. Critical success factors influencing safety program performance in Thai construction projects. Safety science, v. 46, n. 4, p. 709-727, 2008.

ANAC. Agência Nacional de Aviação Civil. Drones. Disponível em: <<https://www.gov.br/anac/pt-br>>. Acesso em: 10 abril 2021.

ANDRADE, R. RESENDE, Maurício M.; MARANHÃO, Flávio L. Estado da arte da utilização da técnica de termografia da técnica de termografia embarcada em drones para inspeção de revestimentos de fachadas. In: TECNOLOGIA DE PROCESSOS E SISTEMAS CONSTRUTIVOS, 2., São Paulo, 2019. Anais [...] São Paulo, 2019.

ANGELOV, A. Sense and avoid in UAS: research and applications. First edition. United Kingdom: Wiley, 2012.

AZEVEDO, W. F. Tese de mestrado. Análise dos acidentes do trabalho na construção civil: subsector edificações em São Luís (MA) no período de 1997 – 1999. Programa de Pós graduação em Administração. Universidade Federal de Santa Catarina. 174p. Florianópolis. 2001.

BARCELOS, A. C. O uso de veículo aéreo não tripulado (VANT) em monitoramentos de campo: Aplicabilidades e Viabilidades. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Geografia) – Universidade Federal de Uberlândia Instituto de Geografia, Minas Gerais, 2017.

BARROS, I. K; NÓBREGA, J. S. W. Estudo dos índices de mortalidade relativos aos acidentes de trabalho na construção civil nos anos de 2010 a 2017 no estado do Rio de Janeiro. Boletim do Gerenciamento, v. 18, n. 18, p. 35-42, 2020.

BRASIL. Departamento de Controle de Tráfego Aéreo - Site Institucional. DECEA, 2019. Disponível em: <<http://www.decea.gov.br>>. Acesso em: 28 jul. 2021.

CAMBRAIA, T B. Gestão integrada entre segurança e produção: refinamentos em um modelo de planejamento e controle. Dissertação (Mestrado). Curso de Pós- Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre, 2004.

CBIC. Guia para gestão de segurança nos canteiros de obra: orientação para prevenção dos acidentes e para o cumprimento das normas de SST. Brasília: Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2017.

CTPP, Comissão Tripartite Paritária Permanente. Normas Regulamentadoras - NR. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho/pt-br/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/normas-regulamentadoras-nrs>>. Acesso em: 23 jul. 2021.

COSTA, M. S. Identificação de danos em fachadas de edificações por meio de imagens panorâmicas geradas por plataforma robótica fotográfica. 2014. 208 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

DA COSTA, S. T. F. L. Desenvolvimento de critérios para o diagnóstico da segurança ocupacional: estudo de caso na construção civil. 2004.

DA SILVA, W. P. A.; JÚNIOR, A. C. L.; RUIZ, R. D. B.; ROCHA, J. H. A. Inspeção de manifestações patológicas em edifícios utilizando câmera termográfica integrada ao Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT): uma pesquisa documental. Revista ALCONPAT, v. 11, n. 1, p. 123-139, 2021.

DE SOUZA, Z. A. A Organização Internacional do Trabalho-OIT. 2016.

Dirigível. In Britannica Escola. Web, 2021. Disponível em:<<https://escola.britannica.com.br/artigo/dirigivel/480551>>. Acesso em: 14 set. 2021.

ENIT, Escola Nacional da Inspeção do Trabalho. Normas Regulamentadoras. Disponível em: < <https://sit.trabalho.gov.br/portal/>>. Acesso em: 10 abril 2021.

FACINI, T. G. Saúde e segurança no trabalho: Estudo sobre acidentes no trabalho na 7ª Regional da Saúde do Paraná. Pato Branco, 2018. Disponível em: <<https://monografias.brasilecola.uol.com.br/engenharia/saude-seguranca-no-trabalho-estudo-sobre-acidentes-no-trabalho.htm>>. Acesso em: 15 jun. 2021.

FAUST, L. C. Análise de fachada com aerolevante VANT. 120 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2019.

FILGUEIRAS, V. A. Saúde e segurança do trabalho no Brasil. Saúde e Segurança do Trabalho no Brasil. Brasília, p. 19-78, 2017.

GONÇALVES, T.; GONÇALVES, V.; ROSA, B.; PEREIRA, W.; PASSUELLO, A. Inspeções em obras de artes especiais a partir da utilização de drone: estudo de caso da ponte Pedra do Cavalo-BA. Congresso Internacional Sobre Patologia e Reabilitação das Construções, Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, v., n. 17, p. 199-207, 2021.

GUEDES, E. M.; SILVEIRA, L. C. Segurança do trabalho na construção civil: verificação das normas regulamentadoras em canteiro de obra. Engenharia Civil-Pedra Branca, 2017.

GUIA Trabalhista. Normas Regulamentadoras – Segurança e Saúde do Trabalho. Curitiba, 2018. Disponível em:
<<http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nrs.ht>>. Acesso em: 12 mar. 2021.

Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia- IBAPE. Prática recomendada de inspeção predial, vistoria cautelar e perícias de engenharia com uso de VANT'S. 2019. Disponível em:< <https://www.ibapemg.com.br/2018/wp-content/uploads/2019/03/revisao-pr-drones-vfinal.pdf>> Acesso em: 22 ago. 2021.

IRIZARRY, J.; GHEISARI, M.; WALKER, B. N. Usability assessment of drone technology as safety inspection tools. Electronic Journal of Information Technology in Construction. p. 194–212, 2012.

ISO 45001. Sistema de Gestão de Saúde e Segurança Ocupacional: requisitos com orientação para uso, 2018.

KNEIPP, R. B. O ESTADO DA ARTE NA UTILIZAÇÃO DE DRONES PARA INSPEÇÃO NAVAL E OFFSHORE. 78 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Naval e Oceânica, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

LISBOA, D.; SENA, A. B.; AGUIAR, A.; BARROSO, E.; DE FERREIRA, M. Utilização do VANT para inspeção de segurança na construção de uma avenida em Belém-PA. Impactos das tecnologias na engenharia civil, v. 2., 2018.

MATTOS, A. D. Planejamento e controle de obras. Oficina de Textos, 2019.

MEDEIROS, F. A. Desenvolvimento de um veículo aéreo não tripulado para aplicação em agricultura de precisão, 102f. Dissertação (Mestrado em

Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, 2007.

MELO, R. R. S; COSTA, D. B; Uso de Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) para Inspeção de Logística em Canteiros de Obra. In: IX Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção e VI Encontro Latino Americano de Gestão e Economia da Construção, São Carlos, SP, Brasil, 2015.

MELO, R. R; S. de. Diretrizes para inspeção de segurança em canteiros de obra por meio de imageamento com Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT). 160 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2016.

MIRANDA, M. P. Inspeção e monitoramento de obra civil com drone. 57 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade Presidente Antônio Carlos de Conselheiro Lafaiete, Conselheiro Lafaiete, 2020.

MORGENTHAL, G.; HALLERMANN, N. Quality Assessment of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Based Visual Inspection of Structures, Advances in Structural Engineering, Vol. 17, Nº. 3, 2014.

OHSAS 18001. Sistemas de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho, 2007.

OLIVEIRA, P.H. V. A Importância da Segurança do Trabalho na Construção Civil. 2012. Disponível em: <<http://prezi.com/bhnomfyabo6h/a-importancia-da-seguranca-do-trabalho-na-construcao-civil/>>. Acesso em: 20 de mar. de 2021.

ORGANIZATION, International Labour. About the ILO. Disponível em: <<https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/lang--en/index.htm>>. Acesso em: 07 ago. 2021.

OSST, Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho. Promoção do Meio Ambiente do Trabalho Guiada por Dados. Disponível em: <<https://smartlabbr.org/>>. Acesso em: 20 jun. 2021.

PACHECO Jr. W. et.al. Gestão da Segurança e Higiene do Trabalho: contexto estratégico, análise ambiental, controle e avaliação das estratégias. São Paulo: Atlas, 2000.

PROCÓPIO, C. Apostila de Segurança na Construção Civil, pág. 169, Paraná, 2010.

PURI, A. A Survey of Unmanned Aerial Vehicles (UAV) for Traffic Surveillance. Department of computer science and engineering, University of South Florida, 2005.

ROCHUS, W. W. UAV Data-Links: Tasks, Types, Technologies and Examples. Development and Operation of UAVs for Military and Civil Applications. Rhode-Saint-Genève - Bélgica: OTAN. 1999.

RODRIGUES, R. C. SEGURANÇA DO TRABALHO NA CONSTRUÇÃO CIVIL: Estudo de Caso sobre EPI'S e EPC'S em um canteiro de obras, em PALMAS, TO. 2016. 91 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas, 2016.

SAURIN, T. A.; FORMOSO, C. T.; GUIMARÃES, L. B. M. Segurança e produção: um modelo para o planejamento e controle integrado. Revista Produção, v. 12, n. 1, 2002.

SAURIN, T. A. Segurança e produção: um modelo para o planejamento e controle integrado. Tese (Doutorado). Curso de Pós- Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre, 2002.

SAURIN, T. A.; FORMOSO, C. T. Planejamento de Canteiros de Obra e Gestão de Processos. 3. ed. Porto Alegre: ANTAC, 2006.

SILVA FILHO, L. de S. VANT: ANÁLISE DA REGULAÇÃO OPERACIONAL E ECONÔMICA. 2016. 61 f. Monografia (Especialização) - Curso de Ciências Aeronáuticas, Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2016.

TINMANN SVIK, R.K; HOVDEN, J. Safety diagnosis criteria – development and testing. Norwegian University of Science and Technology, Department of Industrial Economics and Technology Management. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 12 set. 2021.

TOOLE, T. M. Construction site safety roles. Journal of construction engineering and management, v. 128, n. 3, p. 203-210, 2002.

TONDELO, P. G.; BARTH, F. Análise das manifestações patológicas em fachadas por meio de inspeção com VANT. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, Campinas, SP, v. 10, p. e019009, fev. 2019. ISSN 1980-6809. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8652817>>. Acesso em: 21 ago. 2021.

TREVISAN, F. C. Análise das condições de segurança do trabalho em canteiros de obras conforme NR 18 no município de Santa Cruz do Sul. 101 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

WEN, M.-C.; KANG, S.-C. Augmented reality and unmanned aerial vehicle assist in construction management. In: International Conference on Computing in Civil and Building Engineering. Orlando, Proceedings...p. 1570-1577, 2014.