

# Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil 2

Franciele Braga Machado Tullio  
(Organizadora)



Franciele Braga Machado Tullio  
(Organizadora)

# **Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil 2**

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

I34 Impactos das tecnologias na engenharia civil 2 [recurso eletrônico] / Organizadora Franciele Braga Machado Tullio. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil; v. 2)

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
Modo de acesso: World Wide Web  
Inclui bibliografia  
ISBN 978-85-7247-221-0  
DOI 10.22533/at.ed.210192803

1. Construção civil. 2. Engenharia civil. 3. Tecnologia. I. Tullio, Franciele Braga Machado.

CDD 690

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A obra “Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil 2” contempla dezoito capítulos em que os autores abordam as mais recentes pesquisas relacionadas ao uso de tecnologias aplicadas nas mais diversas áreas da engenharia civil.

A constante evolução na engenharia civil é movida pelo uso de novas tecnologias, que surgem a cada dia. Novos materiais, novas metodologias vão surgindo, viabilizando construções mais complexas e ocasionando uma maior produtividade nos canteiros de obras, trazendo impactos sociais relevantes.

O estudo de novas tecnologias na área de saneamento por exemplo, traz benefícios a diversas comunidades, impactando na área de saúde e consequente melhoria na qualidade de vida das pessoas atingidas.

A inovação no desenvolvimento de produtos se deve a necessidade de criação de materiais mais resistentes, proporcionando maior qualidade e segurança às obras. O desenvolvimento de materiais a partir de matéria prima reaproveitada ou de materiais que simplesmente eram descartados, têm sido amplamente utilizados e além de gerar novas soluções, proporciona benefícios ao meio ambiente e resultados econômicos satisfatórios. Nessa mesma linha de pensamento, o uso da eficiência energética também tem sido utilizado em busca de soluções sustentáveis.

O uso de tecnologias no controle e planejamento de obras permite a antecipação de diversas situações que poderiam impactar negativamente na execução das obras ou seu uso final, oportunizando seus gestores a tomada de decisões antes mesmo que elas ocorram.

Diante do exposto, esperamos que esta obra traga ao leitor conhecimento técnico de qualidade, de modo que haja uma reflexão sobre os impactos que o uso de novas tecnologias proporciona à engenharia e que seu uso possa proporcionar melhorias de qualidade de vida na sociedade.

Franciele Braga Machado Tullio

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
A TECNOLOGIA SOCIAL NO SERTÃO DO PAJEÚ: UM GANHO NA QUALIDADE DE VIDA COM A UTILIZAÇÃO DE BIODIGESTORES	
<i>Lizelda Maria de Mendonça Souto</i>	
<i>Rafael Lucian</i>	
<i>Alexandre Nunes da Silva</i>	
<i>Avelino Cardoso</i>	
<i>Emilia Rahnemay Kohlman Rabbani</i>	
<i>Sérgio Peres</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2101928031</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>7</b>
CONCRETO COM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL DO CIMENTO POR CINZA DE BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR	
<i>Décio Leandro Amaral Miranda</i>	
<i>Renato da Silva Couto</i>	
<i>Ronildo Alcântara Pereira</i>	
<i>Siumara Rodrigues Alcântara</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2101928032</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>23</b>
MATERIAIS CIMENTÍCIOS SUSTENTÁVEIS COM A REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS	
<i>Humberto Mycael Mota Santos</i>	
<i>Bruno Balbino da Silva</i>	
<i>Anderson Ferreira de Oliveira</i>	
<i>Daniel Oliveira Procorio</i>	
<i>Gabriel Marcelo Bortolai</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2101928033</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>33</b>
ANÁLISE DE ESTABILIDADE MARSHALL EM MISTURAS ASFÁLTICAS COM ADIÇÃO DE RESÍDUO OLEOSO DA INDÚSTRIA PETROLÍFERA	
<i>Rodolfo Rodrigo Ferreira Severino</i>	
<i>Yane Coutinho Lira</i>	
<i>Rodrigo Mendes Patrício Chagas</i>	
<i>Ana Maria Gonçalves Duarte Mendonça</i>	
<i>Milton Bezerra das Chagas Filho</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2101928034</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>41</b>
MÉTODOS DE ANÁLISE DO DESEMPENHO LUMÍNICO DE EDIFICAÇÕES HABITACIONAIS CONFORME A NBR 15575-1/2013	
<i>Aniéli Thais de Souza</i>	
<i>Maria das Graças Monteiro Almeida de Melo</i>	
<i>Maryane Gislayne Cordeiro de Queiroz</i>	
<i>Geovani Almeida da Silva</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2101928035</b>	

<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>53</b>
OS SELOS DE CERTIFICAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE PARA EMPREENDIMENTOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL	
<i>Marco Antonio Campos</i>	
<i>André Munhoz de Argollo Ferrão</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2101928036</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>64</b>
ECONOMIA DE ENERGIA: UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL ESTUDO DE CASO NO BLOCO I DO UNIPAM	
<i>Daniel Marcos de Lima e Silva</i>	
<i>Maísa de Castro Silva</i>	
<i>Marcelo Ferreira Rodrigues</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2101928037</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>80</b>
PLANILHAS DE DIMENSIONAMENTO DE VIGA E PILAR METÁLICO EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO	
<i>Marcus da Silva Camargo</i>	
<i>Cleverson Cardoso</i>	
<i>José Raimundo Serra Pacha</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2101928038</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>99</b>
ANÁLISE DO FLUXO DE INFORMAÇÕES NO PROCESSO DE MANUTENÇÃO PREDIAL APOIADA EM BIM: ESTUDO DE CASO EM COBERTURAS	
<i>Bárbara Lepca Maia</i>	
<i>Sérgio Scheer</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2101928039</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>118</b>
INDICADORES DE PROJETO PARA ALVENARIA ESTRUTURAL NO PIAUÍ	
<i>Ailton Soares Freire</i>	
<i>Terciana Nayala Feitosa de Carvalho</i>	
<i>Carlos René Gomes Ferreira</i>	
<i>Araci de Oliveira Parente Sousa</i>	
<i>Ronildo Brandão da Silva</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.21019280310</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>127</b>
UTILIZAÇÃO DE INDICADORES DE DESEMPENHO PARA MENSURAÇÃO DE DESPERDÍCIO EM OBRAS CIVIS	
<i>Evanielle Barbosa Ferreira</i>	
<i>Samuel Jônatas de Castro Lopes</i>	
<i>Danilo Teixeira Mascarenhas de Andrade</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.21019280311</b>	

<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>139</b>
O NÍVEL DE SERVIÇO E ÍNDICE DE QUALIDADE DA CALÇADA: ESTUDO DE CASO EST-UEA	
<i>Angra Ferreira Gomes</i>	
<i>Valdete Santos de Araújo</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.21019280312</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>146</b>
UTILIZAÇÃO DO VANT PARA INSPEÇÃO DE SEGURANÇA NA CONSTRUÇÃO DE UMA AVENIDA EM BELÉM-PA	
<i>Diogo Wanderson Borges Lisboa</i>	
<i>Ana Beatriz Sena da Silva</i>	
<i>Anna Beatriz Aguiar de Souza</i>	
<i>Eliete Santana Chaves Barroso</i>	
<i>Márcio Murilo Ferreira de Ferreira</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.21019280313</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>156</b>
CAUSAS E EFEITOS DA RESSONÂNCIA EM EDIFICAÇÕES URBANAS	
<i>Beth Luna Monteiro Moreira</i>	
<i>Biatriz Vitória da Conceição Moraes Custodio</i>	
<i>Juliana Silva de Oliveira</i>	
<i>Larissa Medeiros de Almeida</i>	
<i>Lucian Araújo da Silva</i>	
<i>Luciana de Oliveira Guimarães</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.21019280314</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>161</b>
SISTEMA MINI TARP: UMA PROPOSTA PARA A ELIMINAÇÃO DOS IMPACTOS PROVOCADOS PELAS ENCHENTES E CONTAMINAÇÃO DO RIBEIRÃO ARRUDAS	
<i>João Carlos Teixeira da Costa</i>	
<i>Raíssa Ávila Nascimento</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.21019280315</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>182</b>
LEVANTAMENTO QUANTITATIVO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE FACHADAS EM EDIFICAÇÕES MULTIPAVIMENTOS NA ÁREA URBANA CENTRAL DE PATOS DE MINAS - MG	
<i>Roni Alisson Silva</i>	
<i>Douglas Ribeiro Oliveira</i>	
<i>Rogério Borges Vieira</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.21019280316</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>189</b>
NOVOS PARADIGMAS E DESAFIOS NO ENSINO DE DISCIPLINAS PROFISSIONALIZANTES DE ENGENHARIA CIVIL COM BASE NA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS	
<i>Henrique Clementino de Souza</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.21019280317</b>	

**CAPÍTULO 18 ..... 201**

INICIANDO A VIDA ACADÊMICA POR MEIO DO ESTUDO DAS SECÇÕES CÔNICAS  
E SUAS APLICAÇÕES NA ENGENHARIA CIVIL

*Raimundo Nonato de Oliveira Sobrinho*

*Gabriel Alves de Abreu*

*Paulo Henrique Teixeira da Silva*

*Paulo Rafael de Lima e Souza*

**DOI 10.22533/at.ed.21019280318**

**SOBRE A ORGANIZADORA..... 215**

## UTILIZAÇÃO DO VANT PARA INSPEÇÃO DE SEGURANÇA NA CONSTRUÇÃO DE UMA AVENIDA EM BELÉM-PA

### **Diogo Wanderson Borges Lisboa**

Universidade da Amazônia / UNAMA, Engenharia Civil, Belém – PA

### **Ana Beatriz Sena da Silva**

Universidade da Amazônia / UNAMA, Engenharia Civil, Belém – PA

### **Anna Beatriz Aguiar de Souza**

Universidade da Amazônia / UNAMA, Engenharia Civil, Belém – PA

### **Eliete Santana Chaves Barroso**

Universidade da Amazônia / UNAMA, Engenharia de Produção, Belém – PA

### **Márcio Murilo Ferreira de Ferreira**

Universidade da Amazônia / UNAMA, Engenharia Civil, Belém – PA

**RESUMO:** A aplicação de técnicas inovadoras em obras é um dos desafios para o setor de construção civil. Recentes estudos relatam que a inclusão do VANT na construção civil ainda é fundamental para o incremento de sistemas operacionais para o uso positivo desta tecnologia, principalmente para o monitoramento. Esta análise tem como finalidade os procedimentos para inspeção de segurança em obras por meio da captura de (fotos e vídeos) com VANT na obra de prolongamento de uma avenida localizada na região metropolitana de Belém. As informações coletadas a partir de voo em canteiro de obra com intuito de integrar ativos

visuais. A avaliação do processo de inspeção de segurança com VANT baseou-se nos aspectos: utilidade e desempenho do equipamento. Os dados obtidos, através do presente trabalho é possível perceber que para a engenharia, o uso de VANTs apresenta diversas vantagens, como monitoramento e acompanhamento da evolução da obra, mapeamento da área onde o projeto será realizado, avaliação de viabilidade, geração de pré-projetos e documentação fotográfica, além de gerar informações para a identificação de atos e condições inseguras. A principal contribuição desta pesquisa é o desenvolvimento de guias para coletar, processar e analisar as condições de segurança através os dados coletados com VANT, com a finalidade de identificar a capacidade de inserção dessa tecnologia em obras de construção civil.

**PALAVRAS-CHAVE:** Vant, Inspeção, Segurança, Canteiro de obra.

**ABSTRACT:** The application of innovative techniques in construction is one of the challenges for the construction industry. Recent studies report that the inclusion of the UAV in civil construction is still fundamental for the increase of operating systems for the positive use of this technology, mainly for the monitoring. The purpose of this analysis is the procedures to safety inspection in work by capturing (video, photo) with UAV in a extension work of an

avenue located in metropolitan region of Belém. The information is collected from a flight at a construction site with the intention of integrating the visual resources. The evaluation of the safety inspection process based on Advantages: utility and equipment performance. The data obtained through the present work is in a different way, for the use of UAVs presents the advantages, such as monitoring and monitoring the evolution of the work, the mapping of the area where the project will be carried out, the feasibility assessment, the generation of projects and reports, and generate information for the identification of unsafe acts and conditions. One of the main components of the guide to collect, analyze and analyze the security possibilities with the data collected with the UAV, with a key of identification of capacity of insertion of the technology in construction works.

## 1 | INTRODUÇÃO

A construção civil, interessada em se manter competitiva no mercado, tem estudado soluções que possibilitem a diminuição de custos de produção e aumento do padrão de capacidade dos seus produtos. Jarkas & Bitar (2012) admite que apesar dos avanços tecnológicos, a abundância de materiais de construção, ferramentas e meios financeiros disponíveis, a maioria dos projetos ultrapassam significativamente seus orçamentos. Portanto, dentre os problemas enfrentados pela construção civil à falta de organização e planejamento dos canteiros de obra tem ocasionado imensuráveis prejuízos, em especial pela ineficiência dos processos de logística e segurança do trabalho. Notícias recentes oriundas de jornais e sites em nível nacionais e internacionais revelam que os VANTs (Veículo Aéreo Não Tripulado) podem dar suporte em diversas atividades de construção de forma rápida e eficiente e com menor custo.

Os Veículos Aéreos não Tripulados (VANTs), popularmente conhecidos como drones e em inglês denominado como Unmanned Aerial Vehicles/Systems (UAV/UAS), são toda aeronave projetada para operar sem piloto a bordo e que não seja utilizada para fins meramente recreativos (Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC, 2012). Inicialmente, os VANTs foram utilizados para fins militares, no entanto, seu uso está tornando-se cada vez mais atraente para aplicações comerciais e governamentais locais devido ao enorme potencial de monitoramento e inspeção Giuffrida (2015).

De acordo com a literatura alguns estudos mostram a aplicação dos ativos visuais dos VANTs na engenharia civil, como aerofotogrametria, mapeamento de áreas de riscos, montagem de estrutura metálica, monitoramento e controle de tráfego e manutenção de estradas e rodovias Mitishita et al. (2014).

Apesar dos avanços com a utilização dos VANTs na engenharia civil o estudo proposto se justifica pelo caráter inovador do uso de uma tecnologia emergente, mas que carece de estudos sistemáticos sobre as suas possíveis aplicações, benefícios, em especial para inspeção de segurança em obra. O foco em segurança de canteiro

decorre do fato de suas atividades serem críticas na obra e que muitas tarefas relacionadas às mesmas necessitam de uma visão mais ampla ou estão situadas em locais de difícil acesso às pessoas, que podem, por sua vez, serem alcançados pelos VANTs.

O presente estudo tem como objetivo desenvolver diretrizes para uso de Veículo Aéreo Não Tripulado (VANTs) para inspeção em obras, com foco em segurança canteiro, além de identificar fatores-chaves de sucesso.

## 2 | VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS (VANTS)

O Sistema Aéreo Não Tripulado (UAS) é composto por uma estação de controle portátil para operação humana, podendo ser equipado com vários sensores, tais como, câmeras, infravermelho, radar, GPS ou outros dispositivos de comunicação especializados. Dentre os benefícios do uso do VANTs tem-se a capacidade de transferir dados em tempo real entre o VANT e a estação de controle, além de realizar voos mais rápidos, seguros e com um baixo custo quando comparado a aeronaves tripuladas.

Segundo Siebert e Teizer (2014) o avanço dos VANTs se dá devido ao baixo custo, agilidade de coleta e processamento, facilidade de manobra das aeronaves, e ao eficiente sistema de captura de imagem. O de asa rotativa se assemelha a um helicóptero ou multim, usualmente são aeronaves compactas, de fácil operação e menor custo, sua estrutura permite voos com melhor estabilidade. Por outro lado, o de asa fixa apresentam variados tamanhos de acordo com a funcionalidade, sendo que os de pequeno porte podem apresentar elevada susceptibilidade aos ventos fortes, Jorge & Inamasu (2014).

Devido ao caráter instável da indústria da construção e a dificuldade de monitoramento das atividades, muitos pesquisadores têm buscado aplicar o uso de VANT a fim de buscar alternativa para monitorar os processos, aumentando a confiabilidade das informações coletadas em campo, com o intuito de aperfeiçoar as condições no canteiro por meio da melhoria da visualização do mesmo. Kim e Irizarry (2015) buscaram avaliar o potencial, a utilização e o desempenho do VANT para atividades de 'monitoramento de canteiros em obras de construções de estradas. Como forma de aprimorar o entendimento inicial do uso desta tecnologia em diferentes ambientes da construção civil, o estudo resalta alguns fatores críticos que contribuem ou influenciam no desempenho de VANT para inspeção de segurança.

Dentre os benefícios, Kim e Irizarry (2015) destacam o monitoramento eficaz do local de trabalho, incluindo áreas de difícil acesso, o controle de tráfego de pessoas, veículos e equipamentos pesados, além da melhoria no desempenho da segurança do projeto e da identificação dos potenciais perigos em canteiros Kim & Irizarry (2015).

Gheisari e Esmaelli (2016) identificaram aplicações práticas de atividades que

podem contribuir com a melhoria da segurança, a fim de facilitar o trabalho de técnicos e gestores.

### 3 | MATERIAIS E MÉTODOS

O método inicial para o andamento deste trabalho consiste em etapas de estudos exploratórios que ajudam na pesquisa, gerando conhecimento teórico durante os processos de concepção ou aplicação no canteiro de obra. Segundo Hevner et al (2004), essa meta-teoria definida como Design Science Research não anseia alcançar verdades absolutas, grandes teorias ou leis gerais, mas sim identificar e compreender problemas do mundo real e propor soluções adequadas, fazendo avanços no conhecimento teórico de determinada área.

As imagens aéreas foram obtidas por um VANT tipo quadricóptero, modelo DJI Mavic Pro (Figura 1), controlado remotamente nas mediações do prolongamento da Av. João Paulo II, situada na região metropolitana de Belém, no estado do Pará, (Figura 2). O modelo utilizado possui uma câmera acoplada e realiza captura de imagens com resolução de 4K; tais imagens foram utilizadas para a validação da inspeção no sistema de processamento de imagens descrito neste artigo de forma a identificar os pontos de inspeção de segurança em canteiro de obra.



Figura 1 – Modelo do VANT -utilizado na obtenção de imagens.



Figura 2. Av. João Paulo II – localização do canteiro.

#### 3.1 *Processamento de imagens*

A etapa de processamento de imagens utilizada neste estudo baseia-se na escolha do qual o tipo de tomada de foto ou vídeo que é necessário para o futuro trabalho de escritório. Podem-se tomar dois tipos de captura: pontuais, quando a ponto de inspeção são caracterizadas como de pequena extensão ou de varredura, quando o ponto de inspeção são numerosas e exigem o mapeamento de uma determinada região do canteiro.

O uso do VANT foi aplicado de forma precursora em duas pontes existentes na Av.

João Paulo II, para as quais estavam sendo projetadas obras de construção de pontes e alargamento e prolongamento de vias. Uma dessas pontes, sobre o lago do Bolonha, foi construída com 176 MT. Outra, sobre o lago Água preta, foi construída com 224 MT. Na vistoria inicial, cada uma dessas pontes apresentava números de trabalhadores e medidas de segurança diferentes entre si, necessitando de planejamentos distintos para o uso do VANT. Em comum todas elas apresentavam trechos sobre a água e alta densidade de pessoas envolvidas.

Na ponte sobre o lago do Bolonha a vistoria inicial indicava uma inspeção mais detalhada, visto que a estrutura treliçada estava pronta, assim verificando os nós (pontos de encontro da estrutura) da ponte. Nessas condições, a varredura executada pelo VANT (foto da figura 3) teve o objetivo de identificar e fotografar pontos.

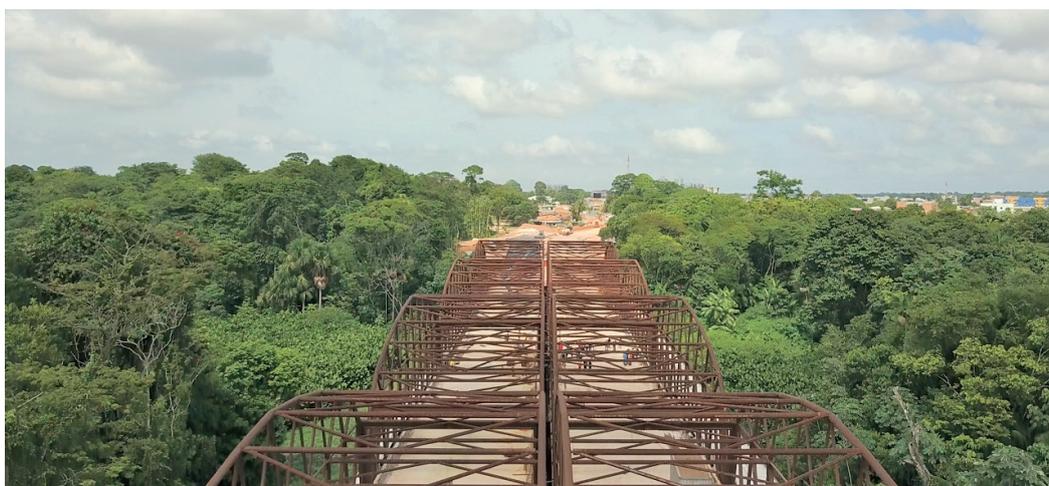


Figura 3. Sequência de voo, tipo varredura na ponte sobre lago do Bolonha.

Na ponte sobre o lago Água Preta a vistoria inicial indicava uma inspeção mais ampla, visto que a estrutura da ponte ainda está em fase de construção, em parte dela seu acesso era restrito.



Figura 4. Sequência de voo, tipo varredura na ponte sobre Água Preta.

Neste dia, foram registradas as fotografias, para conhecer o canteiro e monitoramento do mesmo. As condições climáticas foram favoráveis ao voo, com ótimas condições de visibilidade e sem interferências atmosféricas. O Voo do VANT partiu do estacionamento da obra. 9h e 10h, a fim de evitar que as sombras provocadas pela inclinação do sol pudessem ofuscar detalhes da área. Em laboratório foi efetuado o processamento das imagens, onde foram descarregadas as imagens armazenadas no cartão de memória acoplado a câmera do VANT, permitindo selecioná-las e analisá-las para o estudo.

#### 4 | RESULTADOS

Neste dia, foram registradas as fotografias, para conhecer o canteiro e monitoramento do mesmo. As condições climáticas foram favoráveis ao voo, com ótimas condições de visibilidade e sem interferências atmosféricas. O Voo do VANT partiu do estacionamento da obra. 9h e 10h, a fim de evitar que as sombras provocadas pela inclinação do sol pudessem ofuscar detalhes da área. Em laboratório foi efetuado o processamento das imagens, onde foram descarregadas as imagens armazenadas no cartão de memória acoplado a câmera do VANT, permitindo selecioná-las e analisá-las para o estudo.

<b>Análise de conformidade</b>		
Item	Descrição	1ª Visita
<b>1) Tipo de captura #1. Visualização geral</b>		
1.1	Delimitação de entradas e rotas de acesso externo ao canteiro	
1.2	Equipamentos de segurança EPIs	
1.3	Linha de Vida	
1.4	Tela de proteção	
1.5	Sinalização e isolamento da área de movimentação de carga ou descarga	
1.6	Acesso às escadas, rampas	
1.7	Os trabalhadores estão usando EPIs	
1.8	Escadas de uso coletivo, rampas e passarelas	
1.9	Há proteção para pontas verticais de vergalhão de aço expostas	
1.10	Tapumes	
Legenda:  Item conforme  Item não conforme		

Para inspeção de obras, tais equipamentos possibilitam comparativos do planejado e executado na obra, além de vistorias do canteiro, disposição de materiais,

organização dos funcionários, entre outros, o que proporciona ao gestor fazer uma análise geral da obra para futura tomada de decisões, examinando os pontos críticos que precisam ser remanejados. De acordo com Sarmiento (2008), monitoramento e controle são processos que visam observar e acompanhar a execução do projeto, permitindo que potenciais problemas possam ser antecipadamente identificados para que ações corretivas sejam tomadas antes de os problemas tomarem proporções incontroláveis. As condições dos eixos de execução das fundações, estrutura e superestrutura, já estavam em desenvolvimento. Pela anuência, precisão e segurança dos dados que oferece as imagens capturadas a partir do VANT, e com o apoio do relatório fotográfico apresentado, comprovou-se que a utilização de veículos aéreos não tripulados traz um custo benefício favorável na sua utilização na construção civil, avaliando o monitoramento da obra em si, a velocidade que as imagens são capturadas, o grau de detalhamento, o mapeamento remoto e a possibilidade de inspeção remota, também agregam segurança e mais vantagens na utilização dessa tecnologia. Noutro-se também que a segurança nos canteiros de obra também se beneficia com a utilização dessa ferramenta. Na construção civil, a segurança do trabalho está continuamente relacionada à logística do canteiro, entretanto durante a etapa de planejamento observa-se a dificuldade de associar as atividades de logística com a segurança do trabalho, usualmente os requisitos de segurança são trabalhados de forma independente da gestão da produção, Saurin (1997). Os VANTs nesse quesito possibilitam o processo de inspeção de segurança, pois permitem uma observação frequente e direta, principalmente em canteiros extensos, influenciando no tempo gasto para tais inspeções.



Figura 5. Itens de segurança visualizados/ Lago Bolonha

A análise dos itens de segurança no trecho de prolongamento da Av. João Paulo

II (lago do bolonha), foi realizada por meio da fotointerpretação, que versa distinguir e identificar elementos na superfície terrestre, por meio das imagens obtidas. A figura 5 apresenta as condições de segurança analisadas se mantiveram em conformidade com o checklist de segurança segundo o tipo de captura, demonstrando as rotas de acesso, placas de sinalização, limpeza e organização do canteiro.



Figura 6. Itens de segurança visualizados/ Lago Água Preta

A figura 6 apresenta as condições de segurança analisadas se mantiveram em conformidade com o checklist de segurança segundo o tipo de captura, demonstrando plataforma em toda periferia, todos os colaboradores estavam utilizando o capacete de forma adequada, sinalização, limpeza e organização do canteiro.

## 5 | CONCLUSÕES

O voo foi realizado a uma altitude de aproximadamente 16 MT e o processamento de 20 (vinte) imagens e 22 minutos de gravação de vídeos, obtidas na área de estudo possibilitou obter uma análise técnica quanto a eficácia do sistema Vant na modalidade de aerolevantamentos de baixo custo. Priorizou-se desta maneira a avaliação de aspectos quanto à qualidade dos produtos obtidos e do comportamento da plataforma então empregada.

O desempenho do equipamento DJI Mavic Pro satisfaz as necessidades para inspeção de segurança em termos de autonomia de voo, a estabilidade do dispositivo, a confiabilidade do sistema e a facilidade de uso. No total, 4 de voos foram realizados sem maiores problemas que possam causar danos a bens ou pessoas. Além disso, o uso do VANT para inspeção não provocou interferências significativamente nas atividades desenvolvidas em canteiro.

O sistema VANT utilizado nessa pesquisa não visa substituir a metodologia

indicadas pelas normas de engenharia para inspeção de segurança em canteiro de obra, e sim incorporar novas informações ao método hoje empregado, potencializando as informações por meio de imagens obtidas com o VANT, que poderão ser consultadas no momento desejado, possibilitando o esclarecimento de incertezas.

Questões associadas a preocupações com a invasão da privacidade, risco de queda e colisão não foram destacados pelos trabalhadores e equipe de gestão. No entanto, deve destacar que os ativos visuais coletados em canteiro devem ser aplicados em prol da segurança do trabalho, não devendo ser utilizado para punições e perseguições contra os trabalhadores. Estudos aprofundados devem ser realizados para qualificar o impacto de tecnologias de inspeção sobre o comportamento dos trabalhadores e de como as empresas devem empregar tais recursos, nutrindo a ética e o respeito a seus funcionários.

Dentre os benefícios levantados por Kim e Irizarry (2015) associados aos resultados do presente estudo foi possível verificar que o processo de inspeção com o auxílio do VANT tende a proporcionar melhorias no processo, tais como, gestão do comportamento dos trabalhadores, através da mudança de postura pelo monitoramento constante, inspeção eficaz do uso de equipamento de proteção individual, controle efetivo do canteiro e áreas de difícil acesso, fácil identificação dos problemas de segurança, e conseqüentemente melhoria do desempenho da segurança.

Com base nos dados obtidos, através do presente trabalho é possível perceber que para a Engenharia Civil, o uso de VANTs apresenta diversas vantagens, como monitoramento e acompanhamento da evolução da obra, mapeamento da área onde o projeto será realizado, avaliação de viabilidade e geração de pré-projetos, documentação fotográfica, redução de custos, segurança do canteiro, entre outros. Compreende-se que os canteiros de obra apresentam uma gama de atividades a serem executadas em prazos em sua grande maioria pré-estabelecidos, destacando-se assim o uso dos VANTs para reduzir o tempo para acompanhamento e inspeção destas, favorecendo a atenção em outros aspectos. Dessa forma, o estudo traz como principal contribuição um melhor entendimento do potencial de utilização desta nova tecnologia para o setor da construção.

## REFERÊNCIAS

ALEJO, D.; COBANO, J.A.; HEREDIA, G.; OLLERO, A. “**Collision-Free 4D Trajectory Planning in Unmanned Aerial Vehicles for Assembly and Structure Construction.**” *Journal of Intelligent and Robotic Systems.* v.73, p.783-795. 2014.

GHEISARI, M., & ESMAEILI, B. (2016). “**Unmanned Aerial Systems (UAS) for Construction Safety Applications.**” In *Construction Research Congress 2016* (pp. 2642-2650).

GIUFFRIDA, F. “**Potential Uses and Considerations Regarding the Use of UAS Technology in Assessment. Inc.**”: PROPERTY DRONE CONSORTIUM.2015.

JARKAS, A. M.; BITAR, C. G. **“Factors Affecting Construction Labor Productivity in Kuwait.”** Journa of construction engineering and management, v. 138, n. 7, 2012.

JORGE, L. A. de C.; INAMASU, R. Y. **“Uso de veículos aéreos não tripulados (VANT) em agricultura de precisão.”** In: BERNARDI, A. C. de C.; NAIME, J. de M.; RESENDE, A. V. de; BASSOI, L. H.; INAMASU, R. Y. (Ed.). Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 109-134.

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

MITISHITA, E.; EDUARDO, J.; GRAÇA, N. de.; CENTELHO, J.; MACHADO, A. **“O Uso de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) em Aplicação de Mapeamento Aerofotogramétrico.”** XXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA. Gramado-RS.2014. Anais...

SARMENTO, V. **“Monitoramento e controle na gestão de projetos de obras industriais.”** Curso de gestão de projetos da Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2008.

SAURIN, T.A. **“Método para Diagnóstico e Diretrizes para Planejamento de Canteiros de Obra de Edificações”**.1997. 162f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de PósGraduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SIEBERT, S; TEIZER, J. **“Mobile 3D mapping for surveying earthwork projects using an Unmanned Aerial Vehicle”** (UAV) system. Automation in Construction. v.41, p. 1-14. 2014.

THEMISTOCLEOUS, K; NEOCLEOUS K; PILAKOUTAS, K; HADJIMITSIS, D.G. **“Damage assessment using advanced non-intrusive inspection methods: Integration of Space, UAV, GPR and Field Spectroscopy.”** SECOND INTERNATIONAL CONFERENCE ON REMOTE SENSING AND GEOINFORMATION OF THE ENVIRONMENT. 2014. BROMHEAD, E.N. (1979) “A simple ring shear apparatus” in Ground Engineering, Vol. 12, n. 5, p. 40-44.

## **SOBRE A ORGANIZADORA**

**Franciele Braga Machado Tullio** - Engenheira Civil (Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG/2006), Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho (Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR/2009, Mestre em Ensino de Ciências e Tecnologia (Universidade Tecnológica federal do Paraná – UTFPR/2016). Trabalha como Engenheira Civil na administração pública, atuando na fiscalização e orçamento de obras públicas. Atua também como Perita Judicial em perícias de engenharia. E-mail para contato: francielebmachado@gmail.com

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-221-0



9 788572 472210