

UTILIZAÇÃO DE VANT PARA INSPEÇÃO DE PATOLOGIAS EM FACHADAS: UMA ANÁLISE LOGÍSTICA ENTRE METODOLOGIAS DE INSPEÇÃO

Allan Jayson Nunes de Melo

allan_jayson@hotmail.com

Mariana Pereira Melo

mariana.melo@cabo.ifpe.edu.br

RESUMO

Esse trabalho possui o objetivo de apresentar o uso de Veículo Aéreo Não Tripulado (VANTs), como uma tecnologia ágil para a realização de inspeções de patologias em fachadas de edificação. Foi apresentada uma explicação sobre o uso do VANT na indústria da construção civil e posteriormente realizado um estudo de tempos, baseada no pensamento *Lean*, para analisar o tempo de utilização do VANT na operação de captura de imagens das patologias nas fachadas e comparada com o uso de outros equipamentos utilizados para inspeção (andaime suspenso e cadeira suspensa), com o foco nos tempos ociosos que não agregam valor a operação. Observou-se que VANT apresentou uma economia de tempo nas inspeções que chegou a 1.127% em comparação com o uso de balanço suspenso e 298,04% quando comparado com a cadeira suspensa. Através dos percentuais, infere-se que a utilização do VANT para mapeamento de patologias em fachadas é de grande valia quando comparado o tempo com as demais metodologias, e contribui diretamente para a fase de planejamento das medidas de reparo a serem tomadas.

Palavras-chave: Drone. Inspeção de patologias. VSM. Lean Construction.

ABSTRACT

This paper aims to present the use of Unmanned Aerial Vehicle (UAVs) as an agile methodology for conducting pathology inspections on building facades. An explanation of the use of the UAV in the construction industry was presented and a time study, based on Lean thinking was performed to analyze the time of UAV use in the operation of capturing images of the pathologies in the facades and compared with the use of the UAV. Other equipment used for inspection (suspended scaffolding and suspended chair), with a focus on idle times that do not add value to the

process. Noticed that UAV presented a saving of time about 1,127% (suspended swing) and 298,04% (suspended chair) less time than other methodologies. Through the percentages, it can be inferred that the use of UAV for mapping pathologies on facades is of great value when comparing time with other methodologies, and directly contributes to the planning phase of the repair measures to be taken.

Keyword: UAV. pathology inspection. time study. Lean.

1 INTRODUÇÃO

Semelhante ao corpo humano, que se fragiliza com a passagem do tempo, as edificações também possuem o seu processo de desgaste ao longo dos anos. O ramo da engenharia diagnóstica propõe-se observar à qualidade total da edificação, através do diagnóstico, prognóstico e prescrição, com o objetivo de mitigar as manifestações patológicas. Ela atua em todos os setores construtivos, com ênfase principalmente no pós-obra, bem como o gerenciamento das atividades de manutenção (APOLONIO; BERTULINO; LINS, 2017).

De acordo com IBAPE-SP (2009), a Inspeção Predial deve ser entendida como uma avaliação técnica do estado de conformidades de uma edificação, com base nos aspectos de desempenho, vida útil, segurança, estado de conservação, manutenção, utilização e operação, observando sempre o atendimento às expectativas dos usuários.

A técnica de inspeção das edificações tem por objetivo evidenciar falhas, anomalias e manifestações patológicas decorrentes ao uso, operação ou manutenção que afetam a integridade e vida útil da edificação (GOMIDE; FAGUNDES NETO; GULLO, 2009). As realizações das inspeções podem ser visuais no local, através de registro de imagem (foto e vídeo), com o auxílio de andaime suspenso, cadeira suspensa e com veículo aéreo não tripulado (VANT).

A rotina de inspeção detecta eventuais processos de degradação que podem ser tratados precocemente, permitindo que a vida útil de projeto da edificação seja alcançada e até mesmo ultrapassada. Por esta razão, a Inspeção Predial pode ser uma importante ferramenta para nortear a formulação de um plano de manutenção, por meio da elaboração dos laudos de Inspeção (NOYA; MOTTA; MOURA, 2018).

As fachadas das edificações podem apresentar degradação mais acelerada que as partes protegidas de uma edificação, pois ficam diretamente expostas aos agentes ambientais. A altura dos edifícios e a falta de inspeções são outros fatores que podem acelerar a degradação. As elevadas alturas criam locais de difícil acesso e que demandam gastos com a locação de equipamentos e ferramentas para a realização de inspeções e manutenções (TONDELO; BARTH, 2018).

Com o objetivo de levar os processos relacionados à construção civil a atingir maiores níveis de eficiência e produtividade, o uso da filosofia *Lean Construction*, nascida a partir da *Lean Production*, que surgiu na indústria japonesa é de grande valia. Ela se utiliza de conceitos, ferramentas e procedimentos que promovem uma eficiência produtiva com foco na redução de desperdícios. Uma das ferramentas é o *Value Stream Mapping* (VSM) ou Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV), no qual é desenhado o mapa do estado atual, desenha-se um plano de ação que deverá ser implementado e também se propõe um estado futuro, tudo com o objetivo de alcançar melhorias do processo (LIMA et al., 2016).

Nesse contexto, este estudo busca analisar o VANT como uma ferramenta capaz de auxiliar a inspeção de patologias em fachadas de edificações, realizando uma comparação com outros tipos de métodos de inspeção, por meio do estudo do *lead time*, ou o tempo de todo o processo desenhado no MFV, a fim de identificar as metodologias que possuem maior eficiência dentro do processo de inspeção visual de patologias, além de sugestões de melhorias dentro da prestação desses serviços.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Planejamento na Construção civil

O planejamento é a predeterminação de metas desejadas e a maneira por que elas podem ser atingidas. Deve-se estabelecer adiantadamente o que deve ser feito, como, onde, quando e por quem em maiores ou menores detalhes. Deve haver uma fixação suficiente de tempo para que o planejamento seja efetuado antes que a ação possa ou deva ser iniciada (JUCIUS; SCHLENDER, 1990).

Desta forma, para se planejar um serviço da construção civil o gestor deve necessariamente possuir um alto grau de conhecimento da edificação, para que consiga prever situações desfavoráveis a execução deste projeto, assim atuando na prevenção ou correção de problemas potenciais que venham a acontecer, minimizando prejuízos de custo e tempo. Destaca-se que o tempo é um dos principais indicadores na construção civil, pois se não for administrado corretamente, poderá interferir diretamente no desempenho global do projeto (BRANDALISE, 2017).

No contexto da construção civil, existem diversos sistemas, técnicas de planejamento e controle da produção, como: o *Lean Construction*, que possui diretriz na entrega do produto maximizando o valor e minimizando o desperdício; o sistema *Last Planner* proposto por Ballard e Howell em 1997, que refere-se à cadeia hierárquica de planejamento (longo, médio e curto prazos) concentrando-se no detalhamento apenas antes da execução, em vez de todo o processo; o sistema proposto por Laufer e Tucker em 1987, onde o planejamento deve definir quatro quesitos: o que fazer (atividades), como realizar (método), quem irá executar (recursos) e quando executar (cronograma) e entre outros (MAGALHÃES; MELLO; BANDEIRA, 2018). Todos estes sistemas buscam aumentar o nível de eficiência dos processos, desde a concepção do projeto até o pós- obra e manutenção.

Atualmente o sistema de produção que visa à redução de custo por meio da eliminação total das perdas é o Sistema Toyota de Produção (STP). O objetivo do *Lean* é pontuar desperdícios dentro de um processo, extinguindo aquilo que de fato não agrega valor, de modo a aumentar a eficiência do processo e a qualidade do produto ou serviço. No ponto de vista empresarial, uma das ferramentas *lean* que mais trazem resultados financeiros significativos é o MFV, pois ele facilita a aplicação dos princípios enxutos quando documenta todo o processo. Com o MFV pode-se obter uma maior clareza dos processos e identificar possíveis desperdícios (SEHNEM et al., 2020).

Rother e Shook (2003), apontam que a elaboração do MFV se inicia com a escolha de uma família de produtos, para a qual é desenhado o mapa do estado atual. Através de mapeamento faz-se a proposição de um estado futuro, que para

ser alcançado necessita de um plano de ação delineado. Este plano de ação geralmente inclui a implementação de práticas *Lean* para a melhoria do processo e eliminação de desperdícios. Por esse motivo, o MFV usualmente é considerado como ponto de partida para o *Lean*.

O MFV é um diagrama que mostra as etapas detalhadas de um processo de trabalho, considerando o fluxo de informações, pessoas e materiais. O seu intuito é facilitar a visualização e compreensão do processo de trabalho e permitir a melhoria por meio da eliminação de etapas que não agregam valor para o cliente, considerando se existe uma opção mais segura e eficiente. (ZEFERINO et al., 2018).

O *lead time* é visualizado como o tempo de uma companhia responder ao pedido do seu consumidor. Os impactos positivos procedentes da redução do *lead time* se tornaram um benefício para as empresas gerando uma maior satisfação aos seus clientes (TUBINO; SURI, 2000), sobretudo quando se consegue reduzir o tempo de entrega do produto.

2.2 Uso do Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT)

Um veículo aéreo não tripulado (VANT) é definido como uma aeronave e seus elementos associados, que não necessitam de pilotos a bordo. VANTs ou drones, como também são conhecidos, têm sido amplamente utilizados em várias áreas da indústria. Artioli e Beloni (2016) avaliaram a utilização do VANT no agronegócio, já Buffon; Sampaio e Paz (2018) utilizaram o VANT para avaliar inundações em áreas urbanas, Outra aplicação foi a de Junior; Orozimbo e Martins (2016) que avaliaram o uso do VANT para logística humanitária na ocorrência de desastres ambientais. Outros segmentos já utilizam esta tecnologia para a realização de serviços, como engenharia, comunicação e eventos.

Na construção civil contemporânea, os VANTs são considerados uma tecnologia inovadora com grande potencial facilitador das atividades desde a fase de projeto, até a inspeção e monitoramento de práticas seguras, proporcionando a economia de tempo, custo e lesões, além de um trabalho de qualidade (HERRMANN, 2016).

O monitoramento de projeto e logística nos canteiros de obras através de inspeções mais rápidas e do mapeamento do progresso em relação aos cronogramas fornece relatórios de progresso em tempo real também são proporcionados pelo uso do VANT. Tais ações não eram possíveis anteriormente sem o uso desta tecnologia, que melhoraram significativamente a segurança dos locais, o monitoramento e a manutenção de ativos. Para beneficiar gerentes de logística nos canteiros de obra, o VANT pode ser aplicado para melhorar o gerenciamento da cadeia de suprimentos é uma opção, sendo aplicados ao transporte de mercadorias de fornecedores e movimentação de materiais nos canteiros de obras (CONSTRUCTION GLOBAL,2014). Outras aplicações para o VANT na construção civil serão apresentadas na tabela 1.

Tabela 1. Aplicação de VANT na construção civil por referências

APLICAÇÃO	REFERENCIAS	DESCRIÇÃO GERAL
MONITORAR AS ATIVIDADES DE CONSTRUÇÃO	IRIZARRY, GHEISARI e WALKER (2012); SCHREIBER e OSTIARI (2014); IRIZARRY e COSTA (2016); VACANAS et al. (2016); OPFER e SHIELDS (2014); FANG et al. (2016); LIU (2014).	O VANT POSSIBILITA O MONITORAMENTO DO PROGRESSO DO CANTEIRO, DAS TAREFAS DE LEVANTAMENTO, MEDIÇÃO E O DESEMPENHO PARA CONTROLE DE QUALIDADE
LEVANTAMENTO	SCHREIBER e OSTIARI (2014); BEBEL (2015); SIEBERT e TEIZER (2014); MICKEL (2016); FREIMUTH e KÖNIG (2015); HAM et al. (2016); LEVIN (2016); LIU et al. (2014); AGUERA-VEJA et al. (2017); PARENTE (2016).	O VANT FORNECE UMA VISÃO PANORÂMICA PARA O PLANEJAMENTO DE OBRAS, POSSIBILITANDO UMA MELHOR OBSERVAÇÃO DA EVOLUÇÃO DA OBRA. ALÉM DE LEVANTAMENTOS VISUAIS PARA MAPEAMENTO DENTRO DA CONSTRUÇÃO CIVIL.
FOTOGRAFIA E VIGILÂNCIA AÉREA	SCHREIBER e OSTIARI (2014); IRIZARRY e COSTA (2016); OPFER e SHIELDS (2014); HUBBARF et al. (2015); HAM et al. (2016); ALIZADEHSALEHI et al. (2017); LEVIN (2016); LIU et al. (2014); TATUM e LIU (2017); MOSEER et al. (2016); JANSEN (2015)	HOVE UM CRESCIMENTO NO USO DE VANT NO MONITORAMENTO VISUAL DA CONSTRUÇÃO E NA OPERAÇÃO VISUAL DE MUITOS TIPOS DE EDIFÍCIOS E SISTEMAS DE INFRAESTRUTURA CIVIL
INSPEÇÃO VISUAL DE LOCAIS DE DIFÍCIL ACESSO	SCHREIBER e OSTIARI (2014); IRIZARRY e COSTA (2016); FLEMING (2016); OPFER e SHIELDS (2014); FAG et al. (2016); HUBBARF et al. (2015); HAM et al. (2016); ALIZADEHSALEHI et al. (2017); LEVIN (2016); LIU et al. (2014); TATUM e LIU (2017); CHOI e KIM (2015). TONDELO; BARTH, 2018	A FOTOGRAFIA AÉREA DENTRO E FORA DOS CANTEIROS DE OBRAS ATUALMENTE É A APLICAÇÃO PARA O VANT MAIS COMUM, POR FORNECER IMAGENS DE ALTA RESOLUÇÃO E ALCANÇAR DIFÍCEIS ACESSOS.
INSPEÇÃO DE SEGURANÇA	IRIZARRY, GHEISARI e WALKER (2012); SCHREIBER e OSTIARI (2014); IRIZARRY e COSTA (2016); FAG et al. (2016); HUBBARF et al. (2015); HAM et al. (2016); ALIZADEHSALEHI et al. (2017); LEVIN (2016); CANIS (2015) CHOI e KIM (2015); GUO e YUA (2017); MELO (2016).	EM UM CANTEIRO DE OBRAS DE MAIORES PROPORÇÕES, SE TORNA MAIS DIFÍCIL A REALIZAÇÃO DE UM EFETIVO MONITORAMENTO E É AQUI QUE O VANT PODE DESEMPENHAR O SEU PAPEL.
ESTIMATIVA DE QUANTIDADE	OPFER e SHIELDS (2014) LEVIN (2016)	O VANT FORNECE VISTAS AÉREAS COM ALTURAS E ÂNGULOS VARIADOS, SENDO MAIS FLEXÍVEL QUE OUTRAS TECNOLOGIAS.

Fonte: Adaptado a partir IBRAHIM (2017)

A inspeção visual em edificações é considerada um ensaio não destrutivo, que é muito utilizado para avaliar a qualidade de um produto. Suas principais vantagens são a fácil execução, baixo custo e comumente não requer equipamento especial. Porém é considerado um método primário nos programas de controle de qualidade,

sendo a porta de entrada para outros tipos de ensaios (COUTINHO; FEITAL; COSTA, 2017).

3 METODOLOGIA

O desenvolvimento do estudo de caso foi realizado em 4 (quatro) etapas, quais sejam: 1. Revisão bibliográfica que ocorreu através de consultas em artigos científicos, legislações e periódicos, selecionados através de buscas no banco de dados do Google Scholar, Scielo e Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior/Ministério da Educação (CAPES/MEC); 2. Inspeção das patologias presentes na fachada de edifício com auxílio de um VANT; 3. Levantamento de outros métodos de inspeção e 4. Análise comparativa dos benefícios apresentados entre os métodos de inspeção através da observação no *lead time* desses processos.

A edificação em estudo está localizada no bairro da Boa Vista, Recife – PE, estando prestes a completar 50 anos de sua construção, possui uma torre com 9 pavimentos e 2 apartamentos por andar. Possui formato retangular, foi executado no sistema estrutural reticulado apoiado em pilares, vigas e lajes de concreto armado. Julgando pelo aspecto visual do tipo de fachada, a mesma tem seu sistema de revestimento assim dividido: preparação da base com argamassa de chapisco com cimento e areia grossa; camada de regularização com argamassa de emboço composto por cimento, areia e cal hidratada; camada de acabamento com argamassa de reboco composto por cimento, areia e cal hidratada, em alguns trechos das fachadas o acabamento é rústico estilo chapisco.

Dos aspectos que justificam a escolha da edificação estão, o aparecimento de patologias nas fachadas, a idade da construção e por ser uma das poucas edificações em Pernambuco e no Brasil a possuir um painel pintado por Francisco Brennand, ceramista, escultor, desenhista, pintor, tapeceiro e ilustrador pernambucano que produziu diversos painéis e murais cerâmicos em várias cidades do Brasil e dos Estados Unidos. Entre as obras mais conhecidas estão a Coluna de cristal, no parque das esculturas que se localiza no bairro do Recife em frente ao Marco zero.

Na edificação em estudo, o painel artístico localiza-se na fachada principal, sendo composto por uma pintura sob cerâmica, onde flores, folhas e frutos foram representados em tons terrosos (Figura 1), o que além de chamar a atenção dos transeuntes, adiciona um valor agregado à edificação.

Figura 1 – Fachada Principal da edificação e detalhe do painel artístico

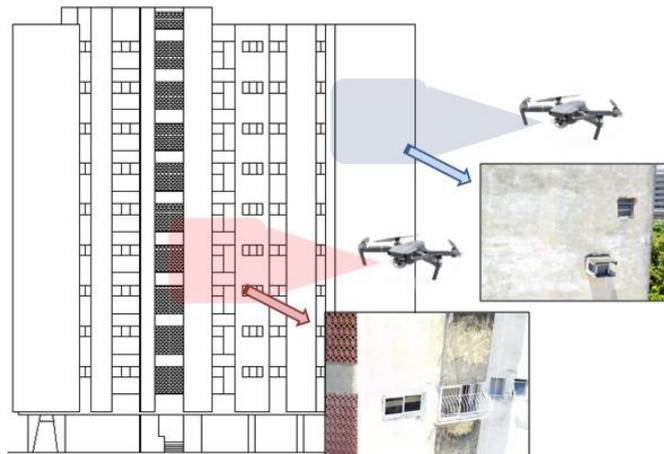


Fonte: Acervo Pessoal.

3.1 Inspeção com VANT

A inspeção ocorreu em 14 de abril de 2019 com a utilização de um VANT multimotor. Todo o mapeamento foi realizado no período da manhã desde dia. A altura da edificação é de aproximadamente 32 metros de altura e a inspeção foi realizada em todas as fachadas da edificação, além da cobertura. O plano de inspeção se deu pela realização da gravação de vídeos de toda a superfície das fachadas da edificação para verificação das patologias conforme ilustração na figura 2.

Figura 2 – Ilustração da utilização do VANT na fachada oeste da edificação.



Fonte: Elaborado pelo autor

A inspeção visual realizada foi por meio da gravação de vídeos com auxílio do VANT, totalizando 13 vídeos para o registro de todas as fachadas da edificação. Na figura 3, é apresentado os dados do arquivo de cada vídeo, onde pode ser observada a data, o horário de início de cada gravação, o tipo do arquivo, o tamanho ou extensão do mesmo e tempo de gravação denominado de “comprimento”. O tempo total para realização da inspeção foi de 21 minutos e 12 segundos.

Figura 3. Dados técnicos dos vídeos gravados pelo VANT

Nome	Data	Tipo	Tamanho	Comprimento
Vídeo 1	14/04/2019 07:30	Arquivo MP4	1.039.869 KB	00:03:33
Vídeo 2	14/04/2019 07:35	Arquivo MP4	326.183 KB	00:01:06
Vídeo 3	14/04/2019 07:41	Arquivo MP4	710.800 KB	00:02:25
Vídeo 4	14/04/2019 07:45	Arquivo MP4	343.483 KB	00:01:10
Vídeo 5	14/04/2019 08:25	Arquivo MP4	1.300.904 KB	00:04:26
Vídeo 6	14/04/2019 08:30	Arquivo MP4	274.691 KB	00:00:56
Vídeo 7	14/04/2019 08:31	Arquivo MP4	340.542 KB	00:01:09
Vídeo 8	14/04/2019 08:33	Arquivo MP4	327.852 KB	00:01:07
Vídeo 9	14/04/2019 08:34	Arquivo MP4	193.293 KB	00:00:39
Vídeo 10	14/04/2019 08:35	Arquivo MP4	323.930 KB	00:01:06
Vídeo 11	14/04/2019 08:38	Arquivo MP4	25.786 KB	00:00:05
Vídeo 12	14/04/2019 08:38	Arquivo MP4	378.338 KB	00:01:17
Vídeo 13	14/04/2019 08:40	Arquivo MP4	701.761 KB	00:02:23

Fonte: Acervo pessoal / Print Screen da tela do computador

O tempo de ajustes (posicionamento, enquadramento do vídeo e troca de bateria) do VANT para início de cada gravação foi encontrado através da equação 1 proposta a seguir. Vale ressaltar que os tempos de início representados na coluna “data” não apresentam os segundos, apenas as horas e os minutos, o que posteriormente foram tratados para não apresentarem nenhuma distorção.

$$T \text{ ajustes} = T^{\circ} + T \text{ op.} - T^1 \quad (1)$$

T ajustes: Tempo que não agrega valor à operação

T°: Horário de início da gravação anterior

T op.: Tempo de gravação do vídeo

T¹: Horário de início da gravação posterior

3.2 Demais metodologias de inspeção

Ao falar especificamente das fachadas, de maneira resumida podemos dividir os sistemas de acesso mais comuns para inspeções em: andaime simples; andaime fachadeiro; andaime em balanço; andaime suspenso; plataforma hidráulica; plataforma de trabalho aéreo; cadeira suspensa e outros. Para esse estudo, apenas o andaime suspenso e cadeira suspensa serão analisados.

Figura 4 – Andaime suspenso (1) e Cadeira suspensa (2)



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de imagens da internet

A análise comparativa realizada foi baseada na estimativa dos tempos para execução da inspeção da fachada de acordo com cada metodologia. O levantamento do tempo para cada metodologia foi através de entrevista com os profissionais responsáveis pelas atividades de montagem, inspeção e liberação desses equipamentos.

A entrevista realizada aconteceu simultaneamente contando com uma Engenheira Civil, um técnico em segurança do trabalho e dois montadores. As

perguntas realizadas foram sobre o tempo médio de cada etapa de montagem de um andaime suspenso e da cadeira suspensa. Os dados fornecidos serviram para a estruturação dos procedimentos por ordem de montagem e seus respectivos tempos de execução.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com a utilização do VANT foi possível observar diversas patologias ao longo da superfície das fachadas da edificação estudada, entre elas, crescimento de vegetação entre os revestimentos cerâmicos; eflorescências em elemento de concreto e revestimento de argamassa; fissuras, trincas e rachaduras, sendo elas horizontais e verticais em elemento de concreto e argamassa; pontos de infiltração e bolor; deslocamento dos elementos estruturais evidenciando a corrosão das armaduras; entre outros. Algumas patologias estão presentes na figura 5.

Figura 5 – Deslocamento de concreto (1), tratamento indevido de juntas (2), lançamento de cabo de TV fora do shaft do prédio (3) e vegetação entre as juntas do revestimento cerâmico (4).



Fonte: Criado pelo autor a partir de acervo pessoal

Na tabela 2 é visto que, o tempo de ajustes para início da gravação dos vídeos consumiu 51 minutos e 11 segundos, o que corresponde a um tempo 242,85% maior que o tempo dos vídeos gravados, sendo estes de fato os que contribuem para a construção do laudo de patologias. Entre alguns tempos existiram intervalos maiores, como o intervalo entre a gravação do vídeo 4 e 5 que foi de 38 minutos e

50 segundos. Esse desvio ocorreu quando o operador do VANT necessitou realizar a troca de bateria do equipamento.

Tabela 2. Tempos que não agrega valor a operação (T Ajustes). Continua...

Vídeo	T ¹	T op.	T ²	T ajustes
1	07:30:00	00:03:33	07:35:00	00:01:27
2	07:35:00	00:01:06	07:41:00	00:04:54
3	07:41:00	00:02:25	07:45:00	00:01:35
4	07:45:00	00:01:10	08:25:00	00:38:50
5	08:25:00	00:04:26	08:30:00	00:00:34
6	08:30:00	00:00:56	08:31:00	00:00:04
7	08:31:00	00:01:09	08:33:00	00:00:51
Continuação da tabela 2.				
8	08:33:00	00:01:07	08:34:07	00:00:00
9	08:34:07	00:00:39	08:35:00	00:00:14
10	08:35:00	00:01:06	08:38:00	00:01:54
11	08:38:00	00:00:05	08:38:05	00:00:00
12	08:38:05	00:01:07	08:40:00	00:00:48
13	08:40:00	00:02:23		00:00:00
Total				00:51:11
Tempo Médio				00:03:56

Fonte: Elaborado pelo Autor

Como os tempos de T¹ não possuíam segundos, alguns tempos necessitaram ser ajustados pela soma do T¹ + T op., caso contrário o tempo “T ajuste” apresentaria resultados negativos, o que não seria possível para esse tipo de operação. Se o tempo que apresentou maior desvio fosse retirado, com a hipótese que, a bateria do VANT suportasse toda a operação de voo e gravação. O tempo total de ajustes seria de 12 minutos e 21 segundos, em uma média de 57 segundos entre uma gravação e outra.

Quando comparado o tempo de ajustes do VANT com as outras metodologias estudadas para a inspeção das patologias, analisando o tempo de ajuste (T ajuste) equivalente a montagens destes equipamentos, os tempos aumentam consideravelmente. Na Tabela 2 são apresentados os tempos gastos para a montagem de outros equipamentos de inspeção, sendo eles considerados como tempo de ajuste desta operação. Para o balancim e a cadeira suspensa foram consideradas as características do prédio em estudo.

Tabela 3. Tempos de montagem e balanço e cadeira suspensa

MONTAGEM DO ANDAIME SUSPENSO			
ITEM	PROCEDIMENTO	TEMPO	Nº DE PESSOAS
01	Verificação de pontos de ancoragem	00:30:00	2
02	Isolamento de área de montagem do balancim	00:15:00	2
03	Montagem do balancim	00:30:00	2
04	Lançamento dos cabos de aço (4 unid)	02:00:00	2
05	Fixação dos cabos de aço (6 castanhas por cabo)	02:00:00	2
06	Passagem de cabo de aço na catraca (2 catracas)	00:50:00	2
07	Contra pesos (4 unidades)	02:30:00	2
08	Linha de vida (2 cordas)	00:20:00	2
09	Liberação do equipamento (Engenheiro mecânico)	00:40:00	1
TEMPO TOTAL		9:35:00	
MONTAGEM DE CADEIRA SUSPENSA			
ITEM	PROCEDIMENTO	TEMPO (min)	Nº DE PESSOAS
01	Verificação de pontos de ancoragem	00:05:00	2
02	Posicionamento da cadeirinha	00:02:00	2
03	Lançamento dos cabos de aço (1 unid)	00:30:00	2
04	Fixação dos cabos de aço (6 castanhas por cabo)	00:20:00	2
05	Passagem de cabo de aço na catraca (2 catracas)	00:25:00	2
06	Contra pesos (4 unidades)	00:40:00	2
07	Linha de vida (2 cordas)	00:10:00	2
08	Liberação do equipamento (Engenheiro mecânico)	00:20:00	1
TEMPO TOTAL		02:32:00	

Fonte: Elaborado pelo Autor

Os tempos apresentados acima consideram um andaime manual com plataforma de 3 metros e uma cadeira suspensa convencional, além disso, em sua primeira montagem. Ao considerar esse tempo de montagem do balanço suspenso como uma ação que não agrega valor à análise das patologias propriamente ditas, encontrou-se um valor estimado de 9 horas e 35 minutos, o que corresponde a aproximadamente um tempo 1.127% superior ao do VANT, sem levar em consideração o restante da operação. A cadeira suspensa possui um tempo estimado superior ao VANT em 298,04%.

É importante salientar que após a montagem desses elementos, ao modificar a balança de posição (trecho da fachada), os itens 3 e 4 poderão ser subtraídos caso seja utilizado o mesmo ponto de ancoragem, o que diminuiria 2 horas e 30 minutos dessa operação. Porém seria multiplicado pelo número de vezes que seria necessária sua montagem no perímetro da edificação. Pelo alto tempo de operação com essa metodologia, e pelo custo de locação desse equipamento, geralmente ela é utilizada quando o cliente realiza a contratação da empresa que já realiza a vistoria e a manutenção corretiva na sequência.

É importante enfatizar que através do VANT é possível realizar uma inspeção visual de patologias, sendo ela mais superficial. Para a realização de uma análise mais detalhada a utilização do balanço suspenso e da cadeira suspensa permite ao profissional habilitado realizar não só a inspeção visual, mas outros tipos de ensaios que possam oferecer os resultados necessários.

O VANT se mostra uma ferramenta muito ágil para se mapear visualmente as patologias em uma fachada, trazendo benefícios significativos para o planejamento dos serviços de recuperação desses elementos construtivos. Podendo ser considerado um elemento preliminar e de acompanhamento das etapas de identificação e remoção desse tipo de problema nas fachadas. Mesmo sendo um instrumento limitado para inspeções com níveis de detalhamento maiores.

5 CONCLUSÃO

O VANT vem sendo muito utilizado na construção civil pelo seu potencial facilitador de apresentar os cenários nos canteiros de obra de forma ágil. Ele, em relação a outras metodologias de inspeção de patologias em fachadas possui grande vantagem quando utilizado o tempo como parâmetro. Isso vem a contribuir para o planejamento e gestão na construção civil. No estudo pode ser observado que o VANT chegaria a economizar um tempo 1.127% (balanço suspenso) e 298,04% (cadeira suspensa) menor em relação a outras metodologias, comparando apenas o tempo ocioso das operações (montagem, posicionamento e etc.).

Mesmo em alguns momentos ele sendo limitado para avaliar com mais profundidade as patologias nas edificações, a utilização do VANT está crescendo em diversas outras áreas da construção civil como, acompanhamento de obra, gestão logística dos canteiros, segurança entre outros. O aprofundamento de estudos que utilizem o VANT dentro dos canteiros de obras vem a fortalecer o conhecimento e assim melhorar as aplicações dessa tecnologia nesse segmento.

REFERENCIAS

ABNT. **NBR 15575: Edificações habitacionais – Desempenho**. Brasília, DF, 2013.

ABNT. **NBR 5674-2: Manutenção de edificações — Requisitos para o sistema de gestão de manutenção**. Brasília, DF, 2012.

ANAC. Requisitos gerais para Aeronaves Não Tripuladas de uso civil. **Regulamento - RBAC-E nº 94**. Brasília – DF, 2017. Disponível em:

<https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-e-94/@@display-file/arquivo_norma/RBACE94EMD00.pdf>. Acesso em: 05 Out. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde, **Diretrizes Metodológicas: elaboração de revisão sistemática e metanálise de ensaios clínicos randomizados**. Brasília, DF, 2012.

BRANDALISE, D. **A importância do gerenciamento do tempo em projetos de construção civil**. Monografia (Curso de Pós - Graduação MBA em Gestão de Projetos), Fundação Getúlio Vargas, 2017. Disponível em:

<<https://www15.fgv.br/network/tcchandler.axd?tccid=5693>>. Acesso em 02 Mar. 2020.

BRITO, T. F. **Análise de manifestações patológicas na construção civil pelo método gut: Estudo de caso em uma instituição pública de ensino superior**.

Monografia (Curso de Graduação em Engenharia Civil) Campus I - UFPB / Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, PB, 2017.

CONSTRUCTION GLOBAL. **5 reasons why construction firms need to start using drones**. BizClik Media, 2014. Disponível em: <<https://www.constructionglobal.com/major-projects/5-reasons-why-construction-firms-need-start-using-drones>>. Acesso em 15 Out. 2019.

GOMIDE, T. L. F.; FAGUNDES NETO, J. C. P.; GULLO, M. A. **Normas técnicas para engenharia diagnóstica em edificações**. 2. ed. São Paulo: Pini, 2009. 245 p.

HERRMANN M. 2016. **Unmanned aerial vehicles in construction: an overview of current and proposed rules**. Construction Research Congress; May 31–Jun 2; San Juan, Puerto Rico.

IBAPE-SP. **Norma de Inspeção Predial**. Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo. 2009. São Paulo: IBAPE 2009.

IBAPE. **Norma de inspeção predial nacional**. São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://ibape-nacional.com.br/biblioteca/wp-content/uploads/2012/12/Norma-de-Inspe%C3%A7%C3%A3o-Predial-IBAPE-Nacional.pdf>>. Acesso em: 17 out. 2019.

IBGE. **Pesquisa Anual da Indústria da Construção**. Brasil, 2017. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/54/paic_2017_v27_informativo.pdf>. Acesso em: 05 Out. 2019.

IBRAHIM M. **Applications and Issues of Unmanned Aerial Systems in the Construction Industry**. International Journal of Construction Engineering and Management. 2017, 6(6): 235-239.

JUCIUS, M. J.; SCHLENDER, W. E. **Introdução a Administração**. Ed. Atlas, 1990.

LIMA et. al. Mapeamento do fluxo de valor e simulação para implementação de práticas lean em uma empresa calçadista. **Revista Produção Online**, Florianópolis, SC, v. 16, n. 1, p. 366- 392, jan./mar. 2016.

MAGALHÃES, R. M.; MELLO, L. C. B. B.;BANDEIRA, R. A. M. **Planejamento e controle de obras civis: estudo de caso múltiplo em construtoras no Rio de Janeiro**. Gestão & Produção, São Carlos, v. 25, n. 1, p. 44-55, 2018.

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

PARENTE, D. C. **Utilização de Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) na identificação de resíduos de construção civil (RCC) dispostos em locais inadequados**. 2016. 83 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Tocantins, Tocantins, 2016.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

TEIXEIRA, Luciene Pires. **Desempenho da construção brasileira**. Belo Horizonte: UFMG, 2010.

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. Disponível em: <<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8652817>>. Acesso em: 16 set. 2019.

TUBINO, F; SURI, R. **What kind of “numbers” can a company expect after implementing Quick Response Manufacturing? Empirical data from several projects on lead time reduction**. Quick Response Manufacturing Conference Proceedings, p. 943-972, 2000.

VELOSO, Rizia; Nazaré, Deisiane B.; CASTRO; Fernanda P.; NEGRÃO, Leony L. L.; Carneiro; Mariana P. **Estudo de tempos aplicado a um serviço de revisão geral de motocicletas na cidade de redenção-PA**. Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Bento Gonçalves, RS, out. 2012.