UTILIZAÇÃO DE VANT NOS PROCESSOS DE INSPEÇÃO DE FACHADAS DE UM EDIFÍCIO[1]

TONDELO, P., Universidade Federal de Santa Catarina, e-mail: ptondelo@gmail.com;
BARTH, F., Universidade Federal de Santa Catarina, e-mail: ferbarth@arq.ufsc.br

ABSTRACT

The inspections of pathological manifestations in the building envelope are intended to provide subsidies for possible repair and maintenance interventions that seek to extend the life of the inspected construction subsystem. With the goal to contributing to the improvementof the inspection processes aided by technological tools, this paper presents a method of inspection of façades with the aid of Unmanned Aerial Vehicles - UAV. The method tested is divided into four stages: pre-visual inspection, automated photographic inspection, digital processing and identification of pathological manifestations. As the results of this study and relevant points that should be considered for a satisfactory inspection, stand out such as the levels of solar luminosity, the presence of obstacles close to the façade, the allocation of the sweep according to the geometry of the façade of the building, as well as the systematization and distribution of the capture points of the photographs. It is hoped that the results obtained in this study may contribute to new researches that make use of UAV in façade inspections.

***Keywords**: Architectural technology. Method. Façades inspection. Unmanned aerial vehicles.*

1 INTRODUÇÃO

As técnicas de inspeção em edifícios objetivam identificar de modo sistemático a origem e as causas das manifestações patológicas com intuito de fornecer subsídios suficientes para a formação de um diagnóstico que visa auxiliar as intervenções de reparo e de manutenção e prevenir a obsolescência precoce. Segundo Gomide et al. (2006), a finalidade das técnicas de inspeção é a determinação das falhas, anomalias ou manifestações patológicas consequentes do uso, operação ou manutenção que possam afetar algum dos aspectos relevantes à vida útil de uma edificação.

Dentre as técnicas utilizadas para inspecionar os edifícios, a visual caracteriza-se pela identificação da anomalia por meio da observação. Lichtenstein (1985) pontua que para aplicação desta técnica é essencial que o pesquisador utilize os cinco sentidos aliados aos equipamentos disponíveis. Para este autor, os equipamentos, quando bem utilizados, funcionam como uma espécie de prolongamento da capacidade do técnico de compreender a realidade.

Dentre estes equipamentos que auxiliam as inspeções visuais, observa-se a recente aplicação dos Veículos Aéreos Não Tripulados, VANT. A grande altura das fachadas gera locais de difícil acesso nas edificações e que requerem o auxílio de dispositivos para realização das inspeções e da manutenção, tais

[1] TONDELO, P., BARTH, F. Utilização de VANT nos processos de inspeção de fachadas de um edifício. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2018.

como andaimes, cintos paraquedistas, guindastes e atualmente os VANT. Segundo Guia et al. (2016), a robótica mostra-se como uma técnica que pode ser utilizada com êxito no inspecionamento das fachadas devido a sua capacidade de deslocamento vertical, horizontal e oblíquo, bem como a capacidade de carregar uma câmera fotográfica.

A tecnologia do VANT e sua aplicação na área da construção civil são recentes, porém é possível encontrar diversos estudos na literatura que procuraram de alguma forma testar a aplicação dos drones como ferramenta de inspeção de fachadas. Eschmann et al. (2012) estudaram os processos e as etapas que envolvem a inspeção de fachadas auxiliada por VANT. Kaamin et al. (2017) realizaram inspeções com VANT em edifícios históricos. Guia et al. (2016) buscaram mostrar como é possível utilizar a robótica móvel no contexto de inspeção de fachadas, analisando soluções com intuito de determinar um método a ser empregado. Neste segmento também se destacaram os estudos realizados por Yasin et al. (2016), em que os autores buscaram levantar as potencialidades e deficiências da aplicação dos drones como ferramenta de inspeção de fachadas.

Com objetivo de contribuir para o aprimoramento dos métodos de inspeção visual, este artigo busca testar um método de inspeção de fachadas com o auxílio de VANT. O trabalho busca analisar os processos de inspeção e manutenção de fachadas com revestimentos com placas fenólicas em um edifício situado em Itajaí-SC, caracterizado por Tondelo (2018).

2 MATERIAIS E MÉTODO

A Figura 1 mostra os equipamentos utilizados na inspeção, o *Drone Phantom* 3, a câmera fotográfica de resolução de 12 megapixels acoplada, um controle remoto e um celular *smartphone*. A fixação da câmera garante um raio máximo de giro de 180º entre a parte frontal e posterior do equipamento, conforme mostra a Figura 2.

O Fluxograma 1 sintetiza o método a ser testado neste estudo que consiste de uma adaptação do método proposto por Eschmann et al. (2012). Estes autores dividem a inspeção de fachadas auxiliada por drones em duas etapas: Aquisição dos dados e Processamento digital. No método a ser testado foram acrescentadas outras duas etapas que são descritas no fluxograma.

Figura 1 – Drone Phantom 3 - Dji

Figura 2 – Raio de giro da câmera

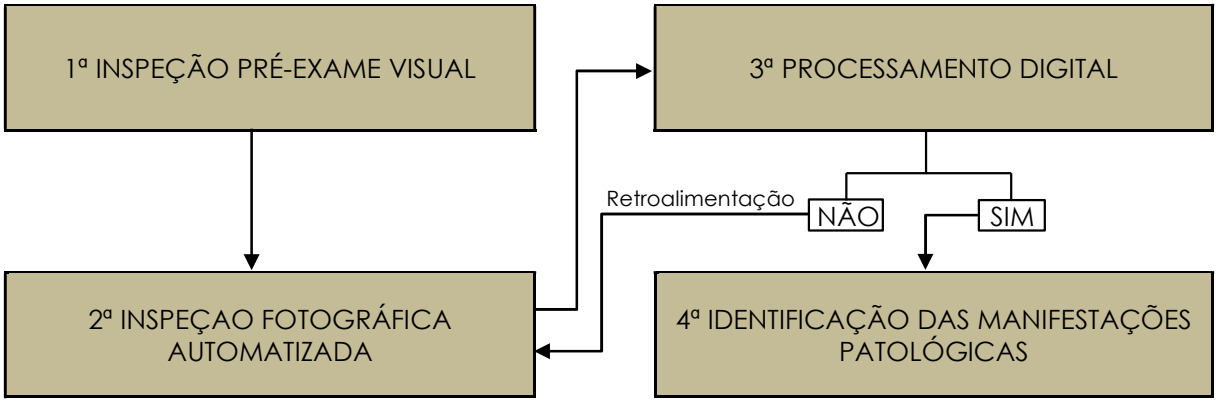


Fonte: Autores (2017)



Fonte: Adaptado pelos autores de Dji (2017)

Fluxograma 1 – Método de inspeção das fachadas



Fonte: Adaptado pelos autores de Eschmann et al. (2012)

A primeira etapa, 'Inspeção pré-exame visual', consiste em visitas a edificação selecionada para a identificação das regiões suscetíveis à existência de manifestações patológicas. A segunda etapa, 'Inspeção fotográfica automatizada', abrange o registro fotográfico da fachada com o *Drone Phantom 3*, podendo a varredura ser alocada de modo vertical ou horizontal. A terceira etapa engloba o 'Processamento digital', que consiste no descarregamento das fotos da câmera, seguido da seleção, descarte e arquivamento sistematizado por fachada correspondente. Entre a segunda e a terceira etapa, foi prevista uma fase intermediária denominada retroalimentação, que pode ser aplicada nos casos em que as fotografias obtidas são pouco esclarecedoras ou insuficientes para identificação das manifestações patológicas. Por fim, a quarta etapa abrange a 'Identificação das manifestações patológicas' por meio da análise individual e minuciosa das fotografias visando detectar as anomalias e sua forma de apresentação.

2.1 Caracterização do estudo de caso e alocação da varredura

O edifício localiza-se na cidade de Itajaí, SC. A área de fachada inspecionada é composta por laminado fenólico conforme mostra as Figuras 3 e 4.

Figura 3 – Perspectiva da edificação



Fonte: Autores (2016)

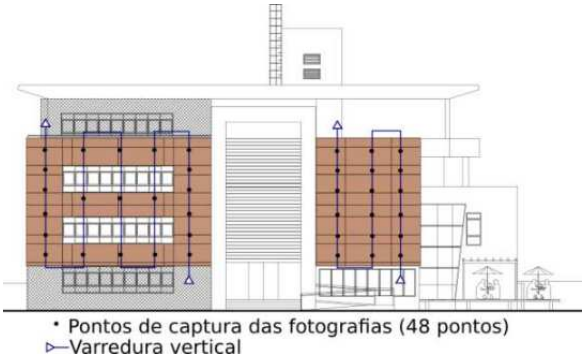
Figura 4 – Vista superior da edificação



Fonte: Adaptado pelos autores de Hillmann (2017)

As Figuras 5 e 6 apresentam duas das quatro fachadas inspecionadas e exemplificam como alocou-se a varredura e distribuiu-se os pontos de captura das fotografias na envoltória do edifício. Devido a geometria dos planos de fachada, adotou-se a varredura vertical. Quanto à distribuição dos pontos, utilizou-se como referência as dimensões das placas fenólicas, adotando-se, respectivamente, 1,22 m e 3,07 m como distância vertical e horizontal entre os pontos. Com relação ao posicionamento do drone em referência ao plano de fachada, adotou-se a medida padrão 0,8 m.

Figura 5 – Alocação da varredura e distribuição dos pontos na fachada Leste



Fonte: Adaptado pela autora de Mafra (2011)

Figura 6 – Alocação da varredura e distribuição dos pontos na fachada Sul



Fonte: Adaptado pela autora de Mafra (2011)

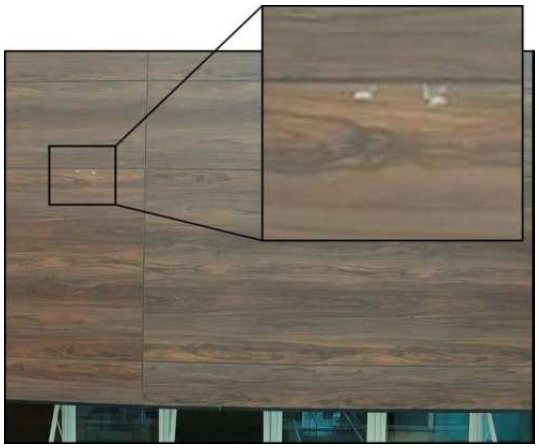
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As inspeções foram realizadas em um único dia, 07.11.2017. Primeiramente testou-se duas técnicas obtenção das fotografias: a primeira caracterizou-se pela filmagem da fachada e posterior obtenção das fotografias por meio de capturas de imagens (*frames*) do vídeo; e a segunda técnica caracterizou-se pelo voo seguido de paradas para obtenção das fotografias. O primeiro modo de obtenção das fotografias se mostrou menos eficiente que o segundo em virtude da baixa resolução das imagens gerada pelo vídeo. As Figuras 7 (a) e 10 (b) apresentam os resultados comparativos das duas técnicas

testadas.

Figura 7 – Técnicas de obtenção das fotografias

a) Foto obtida a partir capturas de imagens no vídeo



Fonte: Adaptado pelos autores de Hillmann (2017)

b) Foto obtida com o posicionamento do drone no ar



Fonte: Adaptado pelos autores de Hillmann (2017)

Os drones possuem um sistema de navegação por satélite integrado ao equipamento que torna possível a criação de um plano de voo e a realização autônoma das varreduras. No entanto, para este estudo, devido aos obstáculos próximos aos planos de fachada, adotou-se a operação manual do aparelho pelo técnico contratado. O uso do GPS (*Global Positioning System*) permite resultados mais eficazes e precisos que a operação manual, porém sua aplicação se mostra mais adequada para edificações cujos panos de fachadas são verticais e livres de obstáculos, pois a proximidade com o solo das edificações com pouco gabarito favorece a existência de barreiras físicas como as encontradas neste estudo. Os obstáculos nas fachadas leste e sul, somados a presença de fiação elétrica e de uma edificação geminada no lote adjacente sul dificultaram a inspeção destas fachadas, o que resultou em desvios da rota pré-definida, fotografias mais distantes e com qualidade inferior. Somado a isso, o drone utilizado apresentou dificuldades de decolagem nos locais próximos a fachada leste devido à interferência de sinal gerada pelos metais e vidros do muro que separam a edificação da rua.

Ao longo da inspeção observou-se as condições climáticas e os níveis e exposição solar são outros fatores que devem ser considerados quando se utiliza os drones em inspeções de fachadas. O céu estava parcialmente nublado dia em que se realizou a inspeção. Essas condições permitiram a obtenção de fotografias com boa qualidade para identificação das manifestações patológicas, pois a iluminação difusa gerada pela nebulosidade suavizou as possíveis sombras e contrastes existentes nos painéis fenólicos fotografados.

As Figuras 8, 9 e 10 buscam elucidar a etapa de 'Identificação das manifestações patológicas' e são parte do acervo fotográfico produzido pelo drone durante os testes.

Figura 8 – Manchas brancas no pano de fachada e descolamento da película protetora (Fachada Leste)



Fonte: Adaptado pelos autores de Hillmann (2017)

Figura 9 – Manchas brancas abaixo do peitoril das janelas (Fachada Leste)



Fonte: Adaptado pelos autores de Hillmann (2017)

Figura 10 – Descolamento da película protetora e ressecamento das juntas (Fachada Sul)



Fonte: Adaptado pelos autores de Hillmann (2017)

Na Figura 8 observa-se a apresentação de manchas brancas na fachada e o descolamento da película protetora. Na Figura 9 nota-se a presença de manchas brancas abaixo do peitoril das janelas e na Figura 10 verifica-se novamente o descolamento da película protetora, assim como o ressecamento das juntas. Como se observa nestas figuras, a qualidade das fotografias gerada pela câmera do VANT permite a visualização clara das anomalias instaladas no laminado fenólico de forma a permitir que o técnico em patologias as utilize para elaboração do diagnóstico. Por meio de um *zoom* em determinados pontos torna-se possível identificar anomalias de menor magnitude como o caso do ressecamento do selante nas juntas entre os painéis.

Com relação aos custos, fez-se um levantamento de preços deste serviço em quatro empresas da região sul e sudeste, conforme apresenta a tabela 1. Observou-se que algumas empresas são especializadas em filmagens e oferecem os serviços de filmangem das manifestações de forma terceirizada, enquanto que outras são da área de engenharia e especializadas em laudos técnicos de patologias e possuem o serviço de filmagem terceirizado.

Tabela 1 – Custos com serviços de filmagem e laudo pericial de patologias

Empresa	Área técnica	Cidade	Serviço ofertado	Custo por diária (8h)
A	Engenharia	Curitiba/PR	Filmagem	R$ 1.500,00
			Filmagem e laudo técnico	R$ 5.000,00
B	Filmagem com drone	Blumenau/SC	Filmagem	R$ 1.000,00
C	Filmagem com drone	São Paulo/SP	Filmagem	R$ 4.100,00
			Filmagem e laudo técnico	R$ 6.200,00
D	Filmagem com drone	Joinville/SC	Filmagem	R$ 1.500,00

Fonte: Elaborado pelos autores (2018)

4 CONCLUSÕES

Os resultados da aplicação do VANT como ferramenta de auxilio nas inspeções visuais mostraram-se satisfatórios e adequados em um primeiro momento, porém para atingir diagnósticos mais precisos das anomalias identificadas, torna-se necessário adotar outros ensaios específicos que podem envolver métodos destrutivos, ou ainda, proceder com a substituição da câmera do equipamento por outra específica para identificação das anomalias, como por exemplo as câmeras de infravermelho.

Por fim, conclui-se que estudos como esse propiciam a disseminação da aplicação dos drones como ferramenta de auxílio para métodos sistematizados de identificação das manifestações patológicas, uma vez que possibilitam a criação de estratégias de manutenção programadas, bem como servem como fonte de pesquisa para elaboração de planos de gerenciamento do comportamento das edificações ao longo de sua vida útil.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento à CAPES, pelo apoio a esta pesquisa por meio da concessão de bolsa de estudo.

REFERÊNCIAS

ESCHMANN, C.; KUO, C. M.; KUO, C. H.; BOLLER, C. **Unmanned Aircraft Systems for Remote Building Inspection and Monitoring.** In: 6th European workshop on structural health monitoring. p. 1-8, 2012.

GOMIDE, T. F.; FAGUNDES, N. J. C.; GULLO, M. **Normas técnicas para engenharia diagnóstica em edificações.** 1ª ed. São Paulo: Pini. 2009.

GUIA L. P. DA; PEREIRA P. H. C. **Metodologia para formação de profissionais em inspeção de fachadas em edificações utilizando a robótica móvel**. In: XIV International Conference on Engineering and Technology Education. Salvador, p. 203-305, 2016.

HILLMANN, R. **Empresa especializada em prestação de serviços de imagens com drones**. Florianópolis, 2017.

LICHTENSTEIN, N. B. **Patologia das construções. Boletim técnico.** N.06. São Paulo: USP, 1986.

KAAMIN, M.; IDRIS, N. A.; BUKARI, S. M.; ALI Z.; SAMION, N.; AHMAD, A. **Visual Inspection of Historical Buildings Using Micro UAV.** MATEC Web of Conferences. Malásia, V.103, p.1-8, 2017.

MAFRA, R. **Projeto arquitetônico edifício de escritórios.** Arbos Arquitetura e Representações Ltda - ME. Itajaí, 2011.

YASIN, M.F. M.; ZAIDI, M. A.; Nawi, M. **A review of Small Unmanned Aircraft System (UAS) advantages as a tool in condition survey Works.** In: MATEC Web of Conferences. V. 66, p. 1-5, 2016.

TONDELO, P. **Fachadas industrializadas com câmara de ar:** Análise dos aspectos projetuais e construtivos e dos processos de inspeção e manutenção em dois edifícios no litoral de Santa Catarina. 142f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) **–** Universidade Federal DE Santa Catarina, 2018.