https://doi.org/10.4322/CBPAT.2022.033

Congresso Brasileiro de Patologia das Construções

UTILIZAÇÃO DE VANT PARA INSPEÇÃO DE COBERTURA DE GALPÕES COM TELHA EM CONCRETO ARMADO

Juliana Silva Dias[1]*, Cleidson Carneiro Guimarães [2];
*Autor de contato: sdjuliana@hotmail.com

[1] Pós-Graduanda em Engenharia Diagnóstica: desempenho, patologia e perícias na construção civil, UNIP, São Paulo, Brasil
[2] Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, Brasil

RESUMO

A avaliação das edificações apresenta condições que podem ser potencialmente perigosas ao acesso direto dos seres humanos. Seja porque traz condições insalubres ou simplesmente a altura dificulta o acesso direto. Nesse contexto, os Veículos Aéreos não Tripulados (VANT), ou simplesmente drone, permitem ter acesso para coleta de imagens digitais ou termográficas de forma segura ao perito e com redução de custos, pois dispensa o uso de andaimes ou plataformas. Este artigo apresenta um relato de experiência de avaliação da avaliação da cobertura de galpão na região portuária de Salvador, Bahia, Brasil. Os resultados da avaliação apontam a viabilidade do uso da tecnologia dos VANT's na coleta de dados em locais de difícil acesso das edificações. Além disso, foi possível observar que o planejamento sistemático do voo potencializa a coleta de dados durante a avaliação.
Palavras-chave: utilização de drone, plano de voo e avaliação de edificação.

ABSTRACT

The assessment of buildings presents conditions that can be potentially dangerous to the direct access of human beings. Either because it brings unsanitary conditions or simply the height makes direct access difficult. In this context, Unmanned Aerial Vehicles (UAVs), or simply drones, allow access for the collection of digital or thermographic images in a safe way for the expert and with reduced costs, as it does not require the use of scaffolding or platforms. This article presents an experience report on the evaluation of shed coverage in the port region of Salvador, Bahia, Brazil. The results of the evaluation point to the feasibility of using the technology of UAVs to collect data in places that are difficult to access in buildings. In addition, it was possible to observe that the systematic planning of the flight enhances the collection of data during the evaluation.

Keywords: drone use, flight plan and building assessment

1. INTRODUÇÃO

A utilização do Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT), possui vasto campo de atuação na área das inspeções e registro de manifestações patológicas dentro da engenharia diagnóstica. Atualmente vem sendo bastante empregado nas inspeções de fachadas, os VANTS, ou simplesmente drones como são mais conhecidos, possuem recursos de aproximação de imagens ou câmeras termográficas acopladas.

De acordo com a NBR 15575-5 (ABNT, 2013) o conceito de cobertura para as edificações habitacionais trata-se do conjunto de elementos / componentes, dispostos no topo da construção, com as funções de assegurar estanqueidade às águas pluviais e salubridade, proteger demais sistemas da edificação habitacional ou elementos e componentes da deterioração por agentes naturais e contribuir positivamente para o conforto termoacústico da edificação. Tal conceito também pode se adequar as coberturas de outras edificações que não tenham a destinação habitacional, mas precise atender e usufruir de todos os requisitos das ~~suas~~ coberturas.

As inspeções nas coberturas devem ser realizadas com frequência para que as manifestações patológicas ao serem identificadas com antecedência possam fornecer aos usuários e responsáveis tempo necessário para correção, evitando assim colapsos e manutenibilidade da estanqueidade.
Trata-se de uma inspeção perigosa, com elevados riscos principalmente por se caracterizar como trabalho em altura (acima de 2,0 metros, conforme preconiza a NR 35), portanto, exige conhecimento específico e atendimento a muitas normas de segurança do trabalho.

Outro fator relevante quanto se avalia a necessidade da inspeção de coberturas são os custos envolvidos na operação. Além da logística, é preciso prever a locação de estruturas como andaimes e plataformas elevatórias, até o treinamento de funcionário (NR35 “Trabalho em altura” e NR6 “Equipamentos de Proteção Individual”) gerando um alto custo para as empresas que atendem a periodicidade regular desta inspeção ou muitas vezes trazendo o negligenciamento desta inspeção pelos custos envolvidos na operação.

Coutinho (2017) ressalta o cenário da construção civil, em todos os âmbitos, rendeu-se às exigências de velocidade da informação para que pudesse ser possível se tomar decisões cada vez mais ágil, deixando os métodos baseados em apenas critério visual para acompanhamento de obra um tanto quanto ultrapassados, deixando espaço para a inspeções através de drones.

Visando não expor os profissionais a estes riscos e pautando a redução dos custos envolvidos nas inspeções das coberturas, a utilização de drones vem sendo amplamente disseminada e viabilizada, tornando-se indispensável para garantir os requisitos dos planos de inspeção e manutenção tanto para as edificações habitacionais quanto industriais.

O objetivo deste trabalho é apresentar um estudo de caso como resultado da avaliação empregando VANT’s, da cobertura do galpão industrial em zona portuária localizado da região metropolitana de Salvador, Bahia, Brasil.

2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

2.1 Uso dos Drones

A utilização de VANTs ou drones, para inspeção de obras já é uma realidade em diversas localidades e em diversos tipos de obras, desde as obras de arte especiais, fachadas das edificações residências e até mesmo para obras de infraestrutura.

Muitos estudos são desenvolvidos com a proposição ou avaliação da utilização de VANTs em áreas da engenharia civil. Dentre as aplicações, podem-se destacar as aplicações na área de infraestrutura de transportes, inspeção de estruturas e modelagem 3D de prédios. (MELO,2014).

De acordo com a ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil) o uso dos drones é liberada em usos profissionais atendendo os requisitos do Regulamento Brasileiro de Aviação Civil Especial nº 94/2017, pelo DECEA (Departamento de Controle de Espaço Aéreo) e pela ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações).

Esses requisitos variam de acordo a classificação das aeronaves, que são dividias pelo peso máximo de decolagem (PMD) e pelo tipo de operação, se remotamente pilotada ou autônoma, de acordo ao propósito da operação, se experimental, comercial e pelos critérios visuais, que são linha de visada visual ou além da linha de visada visual. É preciso ainda para cada voo de acordo com o DECEA (Departamento de controle do espaço aéreo), solicitar ainda uma Autorização de Voo do Ministério da Defesa para aerolevantamentos.

2.2 Inspeção e o uso de Drones

Já segundo Brito 2001, a metodologia de inspeção pode ser variável entre países assim como pelos diversos tipos de construção, porém elas precisam seguir um padrão geral comum, por isso o autor propôs que as inspeções fossem classificadas em três tipos sendo elas: inspeções correntes, inspeções detalhadas e inspeções de avaliação estrutural.

Segundo Brito, 2001 resumidamente as inspeções correntes se baseiam na inspeção visual e o objetivo é realizar um trabalho de manutenção e registro de pequenas ocorrências, são recomendadas inspeções a cada 15 meses. As inspeções detalhadas recorrem a ensaios de caráter não destrutivo e de fácil execução no local da inspeção, essa inspeção objetiva investigar mais detalhes que a inspeção corrente tenha identificado, recomendada a cada cinco anos. As inspeções de avaliação estrutural geralmente se realizam avaliações na estrutura para detectar anomalias estruturais ou funcional grave durante as inspeções apontadas anteriormente.

Comumente as inspeções de estruturas são visuais o que limita essa atuação muitas vezes pela altura das construções, elevado custos de implantação de plataformas para deslocamento humano, além das avaliações de riscos incrementadas quanto as normas de segurança do trabalho.

Roca et al. (2013) propôs o uso de VANT para inspeção de edificações, dentre as razões para escolha da plataforma estão a aquisição de dados de áreas inatingíveis, tais quais cobertura e telhado.

3. METODOLOGIA

Como metodologia deste trabalho foi realizado inicialmente o registro do voo para inspeção junto ao site do DECEA. Após autorização, foi enviado toda documentação de certificação do drone para os responsáveis privados de liberação da utilização da aeronave durante a vistoria. Posteriormente foi realizada uma visita em campo para elaboração de plano de voo e check list de avaliação dos riscos e perigos de voo.

Posteriormente foi agendado vistoria de inspeção, realizado voo de forma sequenciada para capturas das imagens. Em última etapa foi a elaborado de um relatório técnico para apresentação das manifestações patológicas, identificação e proposição das terapias corretivas.

3.1 Equipamento Utilizado

Foi utilizado para inspeção o VANT do tipo quadricóptero, no modelo DJI Mavic 2 Zoom, como demonstrado nas Figuras 1, todo o levantamento foi controlado de forma remota por toda a extensão da edificação utilizada como estudo de caso. O drone tem um sensor de 1/2,3 polegadas e 12 megapixels, além de uma lente com zoom óptico de 2x (24 mm a 48 mm, equivalente a 35), que permitiu captações detalhadas e mais resolução das imagens.



Figura 1: VANT do tipo quadricóptero, no modelo DJI Mavic 2 Zoom

3.2 Localização e identificado do objeto de vistoria

A edificação vistoriada trata-se de um galpão de estocagem de material localizado em Pase, Candeias, BA.



Figura 2: Localização do imóvel. Fonte: Google Maps 2021 (Acesso: 10/02/2022).

O imóvel situa-se na região portuária (Figura 2), ao lado do galpão Codeba, e é caracterizado como galpão de recebimento e estocagem de material, possuindo um pavimento térreo. A edificação cujo sistema estrutural é estrutura pré-moldada em concreto armado e fechamentos laterais também em placas pré-moldadas de concreto armado e telhas de cobertura em concreto armado com comprimentos superior a dez metros.

O objeto analisado é o sistema de cobertura e a inspeção seguiu a sequência de varredura de forma continua e consecutiva. À medida que o VANT alçava voo, realizou-se a coleta das imagens capturando todas as áreas. A sequência da varredura seguiu o esquema identificado nas setas sequenciadas na figura 3: primeira área vistoriada apontada nas setas vermelhas posteriormente a área apontada nas setas azuis, sempre da esquerda para direita ao longo do comprimento longitudinal do galpão, no sentido transversal das telhas.



Figura 3: Vista aérea da cobertura do galpão objeto da vistoria.

4. RESSULTADOS E DISCUSSÕES

Apresenta-se a seguir a constatação técnica de fato, condição ou direito relativo as manifestações patológicas das telhas da edificação ou seus componentes, mediante verificação *"in loco"*. As áreas vistoriadas abrangem o sistema: telhado de cobertura.



Figura 4: Microfissuras nas telhas em concreto com pequenas formações de eflorescência;



Figura 5: Acumulo de sujidades na parede da calha de captação de água do telhado;

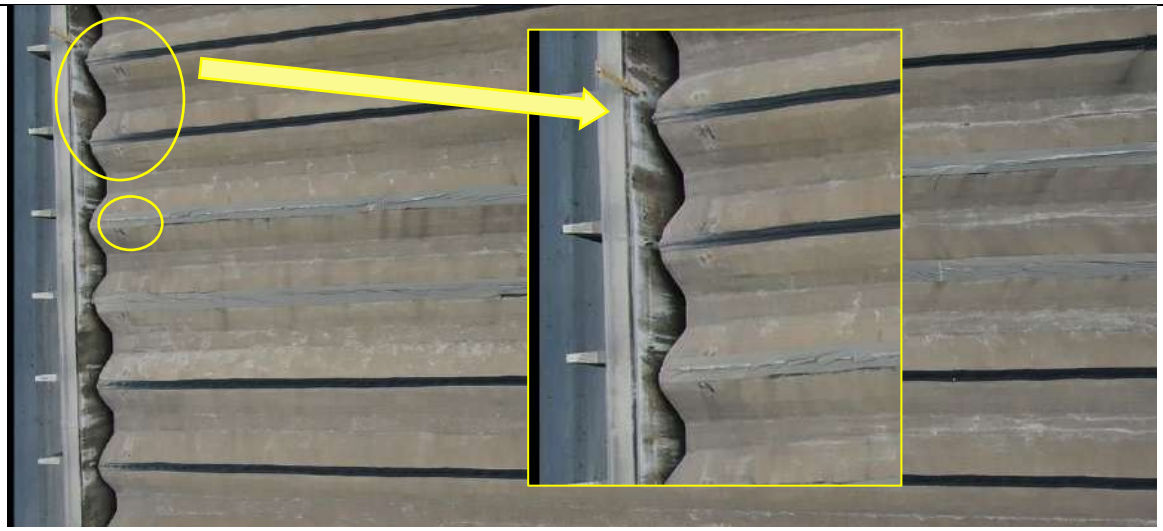

Figura 6: Desplacamento do concreto e armadura exposta na área superficial da telha;

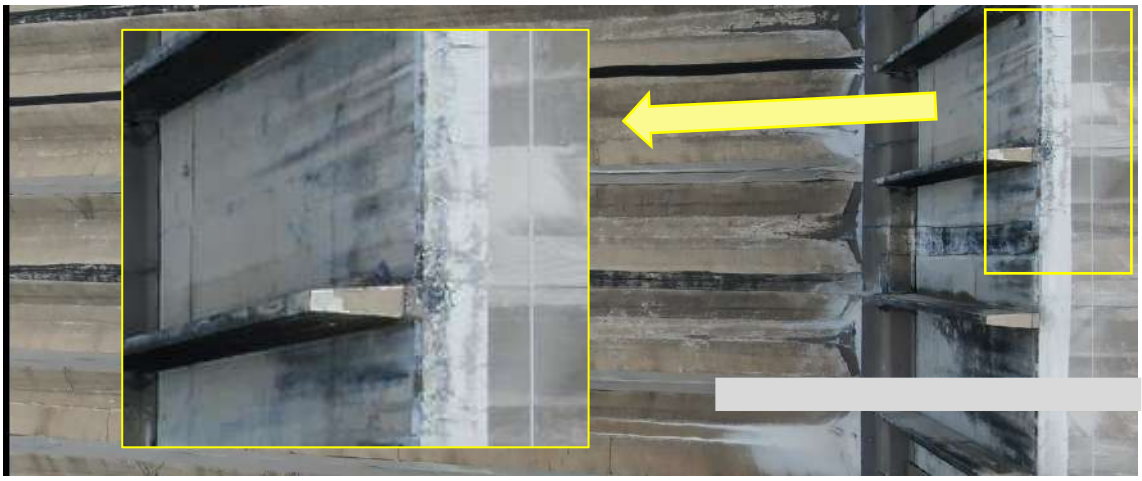

Figura 1: Descamação superficial na parede de concreto e fissuras,



Figura 8: Descamação do concreto e fissuras na parte superior da placa de fechamento vertical da cobertura;



Figura 92: Desplacamento da parede interna da placa de fechamento vertical – calha de captação da água do telhado;

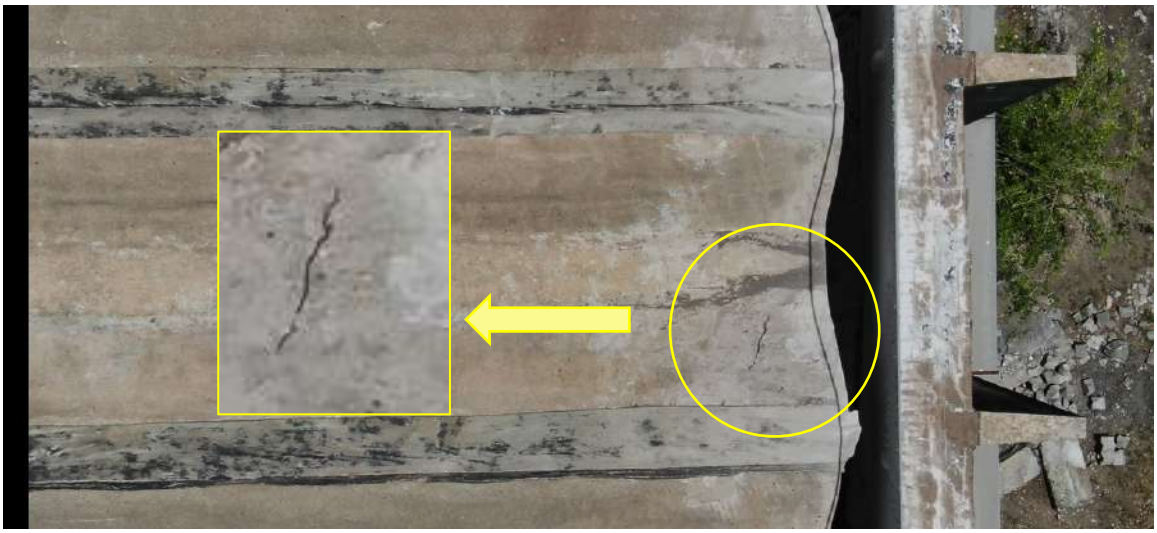

Figura 30: Fissura na área superficial da telha em concreto;



Figura 41: Desprendimento da manta de impermeabilização utilizada na junção das telhas de concreto;



Figura 52: telha fora do apoio bilateral, na extremidade em nível mais baixo da anterior e sem afastamento suficiente entre a calha;



Figura 13: Perímetro sem rufo, com concreto desplacado e armadura exposta;



Figura 14: Foto anterior ampliada na região com debilidades;

Apresentou-se nos registros fotográficos detalhados, as não conformidades e debilidades observadas tanto em relação a durabilidade e conservação quanto as ocorrências que podem comprometer o bom funcionamento e estética do sistema construtivo de cobertura que compõem a edificação visitada.

Dentre as anomalias observadas pode-se destacar como mais grave as áreas com concreto desplacado, pois deixa exposta a armadura e inicia o processo oxidativo das mesmas, reduzindo a longo prazo sua sessão e consequentemente sua capacidade resistiva.

Nessas áreas com concreto desplacado também expõe o concreto a ataque de cloretos, carbonatações e contaminação com pulverulências encontradas na atmosfera industrial que podem atacar a matriz cimentícia.

Essas ocorrências estão presentes em dois trechos nas paredes verticais da calha e em alguns pontos na área superficial da telha no perímetro externo do lado esquerdo. Há a identificação de uma telha deslocada verticalmente na extremidade direita da estrutura de galpão que compromete a instabilidade da mesma apontada na figura 12 a indicação é de nivelamento da mesma. Foram também observados alguns pontos de perda de aderência das mantas utilizadas na junção entre telhas que precisam ser reparados.

Recomendou-se como terapia corretiva a elaboração de um plano de manutenção para os sistemas de vedação das telhas, e recomposição das áreas de concreto desplacado para evitar agravamento das manifestações e perda de resistência nas telhas.

5. CONCLUSÕES

A partir da inspeção visual com o uso do drone na cobertura da edificação, constatou-se diversas manifestações patológicas que são resultantes não só das condições do ambiente externo (exposto às forças naturais de sol e chuva), mas principalmente da falta de manutenção preventiva e dificuldade de acesso a cobertura, uma vez que não há área provisionada para acesso e circulação de pessoas habilitadas a inspeções correntes.

Os resultados obtidos também demonstram que é possível, eficiente e eficaz a utilização do VANT para a identificação de manifestações patológicas em coberturas, principalmente em se tratando de coberturas sem área de circulação, visto que se obteve êxito na análise apresentada no estudo de caso. Mas para isso, é fundamental conhecer a estrutura com voo de reconhecimento inicial do objeto a ser inspecionado e em seguida estabelecer um plano de voo detalhado e focando aquilo que se pretende observar. Caso contrário, gaste-se muito tempo e não são coletadas as informações necessárias à tomada de decisão.

Outro aspecto importante é o tempo de voo da bateria do drone, tanto maior o tempo, maior riqueza de detalhe na coleta de dados. Nessa perspectiva, o plano de voo (Figura 3) minimiza o tempo de busca de identificação dos locais com manifestações patológicas e potencializa a coleta de dados.

Foi possível identificar as manifestações patológicas de forma clara e em pouco tempo. A cobertura da edificação objetivo do estudo de caso ainda apresentava dificuldades na inspeção visual com profissional in loco, pois não possuía pontos de ancoragem para adequada utilização dos equipamentos de proteção de segurança individual e coletiva, estando o telhado a alturas superiores a 2,5m do piso.

Outro aspecto vantajoso está associado a boa qualidade das imagens obtidas facilitando a identificação das manifestações patológicas

6. AGRADECIMENTO

Agradeço ao querido Cleidson Carneiro Guimarães pelo incentivo na vida acadêmica, assim como a empresa Moura Rios pela confiança para a realização deste trabalho junto ao seu cliente.

7. REFERÊNCIAS

ABNT. **Associação Brasileira De Normas Técnicas**. NBR 15575-5: Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 5: Requisitos para sistemas de cobeturas. 4ª edição, 2013. ISBN 978-85-07-04050-7.

ANDRADE, C. (1992), *"Manual para diagnóstico de obras deterioradas por corrosão de armaduras"*, Tradução de Antônio Carmona e Paulo Helene, São Paulo: PINI, p. 104.

Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC. Disposições gerais sobre uso de Drones. Disponível em: <http://www.anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/drones>. Acesso em: 13 mar. 2022.

COUTINHO, I., FEITAL, M. R., COSTA, S. Q. Inovação na Gestão da Qualidade: Utilização de VANT em Inspeções de Projetos Civis. In: VI Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade Anais... 2017.

J. D. Brito. **Sistemas e Tipos de Inspecção,** [Apontamentos da cadeira de inspecção e reabilitação de construções] Faculdade de ciências e tecnologia da universidade de Coimbra, 2001

LIMA, Moemi Barbosa; JUNIOR, Alberto Casado Lordsleem; RUIZ, Ramiro Daniel Ballesteros; FERNANDES, Bruno José Torre, OLIVEIRA, Sérgio Campello; SANTOS, Otávio José dos. **Inspeção de Manifestações Patológicas de Fachadas em Edifício de Grande Altura com VANT**. MIX Sustentável, [S.l.], v. 6, n. 2, p. 111-122, mai. 2020. ISSN 24473073. Disponível em:. Acesso em: dia mês. ano. doi:https://doi. org/10.29183/2447-3073.MIX2020.v6.n2.111-122.

MELO, Roseneia Rodrigues Santos de. **Diretrizes para Inspeção de Segurança em Canteiros de Obra por meio de Imageamento com Veículo Aéreo não Tripulado (VANT).** 2016. Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal da Bahia.

MIRALDES, João Pedro Nascimento Dinis. **Inspeção Técnica de Construções com Recurso a Drones Casos de Estudo.** 2020. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil. Universidade da Beira Interior, Covilhã.

ROCA, D.; LAGÜELA, S.; Díaz-Vilariño, L.; ARIAS, J.A. Low-cost aerial unit for outdoor inspection of building façades. **Automation in Construction**, v. 36, p. 128-135, 2013.

SOUZA, Vicente Custódio De. RIPPER, Thomaz. **"*Patologia, recuperação e reforços de estruturas de concreto*"**. 1. ed. São Paulo: Pini, 1998.