

Inspeção de manifestações patológicas de fachadas com veículo aéreo não tripulado em edifício de elevada altura: Estudo de caso

Facades pathological manifestations inspection with unmanned aerial vehicle on high-rise building: Case study

Moemí Barbosa Lima, Graduanda em engenharia civil.

moemilima@gmail.com

Alberto Casado Lordsleem Júnior, Doutor.

acasado@poli.br

Ramiro Daniel Ballesteros Ruiz, Mestre.

rdbr@poli.br

Resumo

As fachadas são elementos da edificação que estão inexoravelmente expostas às intempéries, a inspeção segura e econômica das fachadas carece de novas tecnologias em contraponto ao tradicional processo de alpinismo industrial. Objetiva-se apresentar a associação da inspeção de manifestações patológicas de fachadas com o emprego de veículo aéreo não tripulado (VANT), buscando o intuito de verificar a viabilidade de sua utilização em edifícios de elevadas alturas, possibilitando a identificação das manifestações patológicas presentes nas fachadas. Foi realizada uma revisão bibliográfica sobre a temática e em seguida, foi realizado um estudo de caso, através da varredura das fachadas de uma edificação localizada na cidade do Recife, Estado de Pernambuco, onde conseguiu-se constatar as manifestações patológicas presentes nas quatro fachadas da edificação. Os resultados demonstram que o equipamento se mostrou um método eficiente. A principal contribuição da pesquisa consiste em poder mapear e identificar as manifestações patológicas em edifícios de elevadas alturas.

Palavras-chave: Manifestações patológicas; VANT; Fachadas.

Abstract

The facades are elements of the building that are inexorably exposed to the environment, the facades safe and economical inspection demand new technologies against the usual inspection process. This work aims to associate the facades pathological manifestations inspection with the unmanned aerial vehicle (UAV) use, in order to verify the feasibility of its use in high-rise heights buildings. A bibliographic review on the subject and a case study was carried out, by scanning the facades of a residential building located in the city of Recife, State of Pernambuco. It was possible to verify the pathological manifestations present in the building's facades. The results demonstrate that UAV proved to be an efficient method. The main research contribution is to be able to map and identity the pathological manifestations in high-rise buildings.

Keywords: Pathological manifestations; UAV; Facades

1. Introdução

Alguns dos principais motivos que influenciam diretamente na inserção de novas formas de inspeções em fachadas de edifícios, se dão pela necessidade em minimizar a logística, por métodos tradicionais, que envolvem todo o contexto com a locação de andaimes – devido à altura dos edifícios –, bem como a montagem e desmontagem destes, que demandam além de tempo e custo com equipes. Vale destacar que os andaimes são equipamentos que demandam uma quantidade considerável de matéria-prima para sua fabricação, em contrapartida com a utilização do VANT, apesar de ainda haver a necessidade da utilização de matéria-prima – principalmente se tratando da bateria –, medidas sustentáveis podem ser tomadas para os procedimentos de fabricação e descarte de material, como exemplo a reutilização de peças e acessórios de outros equipamentos.

Outro ponto importante a ser destacado se dá pelo risco de vida que os trabalhadores que desempenham a função de inspecionar as fachadas correm, e também, que mesmo com a utilização de andaimes, D. Roca *et al* (2013, p. 1) informam que geralmente há oclusões e difícil acesso de áreas onde as medições não são possíveis, ou seja, a altura dos edifícios cria locais de difícil acesso para os colaboradores, resultando em uma inspeção, em alguns casos, com falhas nos resultados finais.

Com aplicação dos VANTS, esta logística simplifica-se com a utilização de um único aparelho manipulado por um operador qualificado e orientado um profissional da área, (TONDELO, P. G., & BARTH, F., 2019). Além da minimização do tempo de inspeção, que pode ser realizado de forma rápida e com grande qualidade de imagens e riqueza de detalhes, a possibilidade da redução considerável com os acidentes de trabalho é outro ponto a ser destacado.

Russo *et. al.* (2018, p.2) destacam que,

O levantamento de fachadas urbanas representa um passo fundamental para entender arquiteturas, envolvendo histórico, estrutura, análises geométricas e de materiais, que contribuem para melhorar o conhecimento de construções e para preparar as informações preliminares para qualquer projeto arquitetônico ou projetos de restauração.

A ocorrência de manifestações patológicas em edificações, é resultante, em grande parte (THOMAZ, 1989; COSTA E SILVA, 2008; RIBEIRO, 2014; ALVES, 2016) da adoção de procedimentos de execução inadequados, pelo não atendimento das recomendações da normalização e falhas nas especificações de projeto e dos materiais.

De acordo com Resende *et. al.* (2001, p. 10), o revestimento de fachada, “além de ser um dos subsistemas de um edifício que está submetido a um maior número de fatores de degradação, é o subsistema em que estes atuam primeiramente”.

As principais manifestações patológicas incidentes nas fachadas, são comumente associadas ao destacamento do revestimento, fissuras/trincas e umidade (LORDSLEEM JR., 1997); (COSTA e SILVA, 2001); (GALLETO e ANDRELLO, 2013). Também pode-se acrescentar aos tipos de manifestações patológicas comumente encontrados em fachadas, a eflorescência e as patologias decorrentes de processos biológicos (HORSTH *et al.*, 2018), (CORREA e MIRANDA, 2013) e (FERREIRA, 2007), conforme tabela 1.

Tipos de Manifestações patológicas	Principais características
Fissuras/ Trincas	A principal característica destes fenômenos é aparência de rupturas que ocorrem na superfície ou corpo da placa cerâmica, gerando a perda da integridade do revestimento de fachada em alguns de seus componentes expostos, as placas ou as juntas. (ALMEIDA, 2004)
Destacamento	Entre os sinais que podem indicar um possível destacamento está a ocorrência de um som cavo nas placas cerâmicas quando percutidas. (CAMPANTE; SABBATINI, 1999).
Eflorescência	Caracterizada como depósitos salinos, tendo como principais, os alcalinos e alcalinos terrosos, presentes nas superfícies de revestimentos ou alvenarias, devido a migração de sais solúveis contidos nos materiais ou componentes da alvenaria. (BAUER, R.J.F., 1997).
Patologias decorrentes de processos biológicos	Presença de microrganismos invisíveis a olho nu, como por exemplo, algas, bactérias, cianobactérias e fungos, que podem causar uma camada indesejada na superfície dos materiais, o biofilme. (SILVA, 2007).

Tabela 1: Tipos de manifestações patológicas mais comumente encontradas em revestimentos cerâmicos e suas características. Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

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 (GOMIDE; FAGUNDES NETO; GULLO, 2009).

De acordo com Tondelo, et al (2019, p. 4),

O propósito das inspeções das manifestações patológicas é identificar de modo sistemático as anomalias e suas prováveis causas com o intuito de fornecer subsídios suficientes para intervenções de reparo e manutenção que objetivam impedir a obsolescência precoce do subsistema construtivo examinado.

Associar a realização da inspeção de fachadas com o emprego de *drone*, ou veículo aéreo não tripulado (VANT), em inglês *Unmanned Aerial Vehicles* (UAV), com o intuito de verificar a viabilidade de sua utilização em edifícios altos, faz parte da necessidade de inserir novas tecnologias ao campo da construção civil.

2. Metodologia

A metodologia utilizada para este projeto consistiu no primeiro momento, realizar uma revisão bibliográfica através do Portal de Periódicos CAPES (Coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior), onde foi feita a coleta de periódicos, artigos científicos, trabalhos de conclusão de curso e dissertações – nos idiomas inglês e português –, com temas que contribuíssem de forma substancial para este projeto, temas estes voltados

as análises de manifestações patológicas em fachadas, os tipos de mais comuns de manifestações patológicas encontradas em revestimentos cerâmicos, funcionalidade do VANT, características a serem observadas quanto ao tipo de equipamento a ser utilizado no levantamento, classificação das edificações de acordo com sua altura e principais características observadas por outros autores quando realizados levantamentos com VANT.

Em seguida foi realizada uma avaliação de qual edificação poderia estar dentro dos parâmetros necessários para a realização de um voo com o VANT, após a determinação da edificação, houve a descrição detalhada das atividades e a determinação dos parâmetros utilizados para a realização do levantamento, utilizando os dados da tabela 3; feito isto, foi realizado o estudo de caso, com a obtenção de imagens aéreas a partir da câmera de alta definição do próprio equipamento, buscou-se capturar o máximo de imagens possíveis ao longo das quatro fachadas da edificação para melhor identificação dos tipos de manifestações patológicas já existentes em suas fachadas.

Para o processamento das imagens, foi utilizado o *software* de fotogrametria digital, AGISOFT *Photo Scan*, para a realização dos modelos tridimensionais da edificação e análise dos tipos de patologias encontradas nas fachadas analisadas, pois este *software* proporciona modelos digitais com boa qualidade visual. Buscou-se ainda identificar as dificuldades encontradas durante o levantamento.

2.1. Estudo de caso

O estudo de caso foi realizado em uma edificação residencial (figura 1), considerada de alto padrão, localizada na Zona Norte do Recife, no Estado de Pernambuco, construída em meados de 2014 e possui cerca de 120,5 metros de altura, o levantamento foi realizado nos horários da manhã e tarde.



Figura 1: Edifício do estudo de caso. Fonte: Site de vendas de imóveis (2020).

2.2. Equipamentos utilizados

Para o desenvolvimento deste projeto, foi utilizado o VANT do tipo quadricóptero, no modelo DJI *Phanton 4 Pro V 2.0*, como demonstrado nas figuras 2 e 3, todo o levantamento foi controlado de forma remota por toda a extensão de fachadas – Norte, Sul, Leste e Oeste – da edificação utilizada como estudo de caso.



Figuras 2 e 3: Phantom 4 ProV 2.0 e controle remoto do equipamento. Fonte: Site do fabricante (2019).

O Conselho de Edifícios Altos e Habitat Urbano em inglês, *Council on Tall Buildings and Urban Habitat* (CTBUH), é uma instituição internacional, Norte americana, que determina algumas classificações em relação à altura das edificações, dentre elas, são classificados 3 tipos de edifícios: Mega alto (*Mega Tall*) com altura igual ou superior a 600 metros, super alto (*Super Tall*) com altura entre 300 e 600 metros, e alto (*Tall*) tendo a altura menor que 300 metros (CTBUH, 2019).

Porém o contexto local em que a edificação se encontra relativiza estes critérios, como exemplo, uma edificação que é considerada alta na Austrália não é considerada alta nos Emirados Árabes Unidos, a tabela 2 demonstram de forma mais clara estas diferenças entre as alturas das edificações em distintos países.

1-2		
PAÍS	CLASSIFICAÇÃO DAS ALTURAS DOS EDIFÍCIOS	FONTE
Emirados Árabes Unidos	<p>Edificação alta: Altura menor que 300 metros;</p> <p>Edificação Super alta: Edifício que possua altura entre 300 e 600 metros;</p> <p>Edificação Mega alta: Altura superior a 600 metros.</p>	(CTBUH, 2019)
China	<p>Pequena altura: Deve possuir de 1 a 3 pisos;</p> <p>Mediana altura: Edifícios que possuam entre 7 e 9 pisos;</p> <p>Elevada altura: Possua entre 10 e 39 pisos;</p> <p>Edificação super alta: Possua uma quantidade de pisos igual ou superior a 40 unidades.</p>	(J. YANG, <i>et al.</i> , 2019)
Estados Unidos da América	<p>Edificação alta: Altura maior que 100 metros e menor que 300 metros;</p>	(EMPORIS, 2020; CTBUH, 2019)

Tabela 2: Comparação quanto a classificação dos edifícios mais altos, entre países distintos. Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

(Continuação) 2-2		
	<p>Edificação super Alta: Edifício que possua altura entre 300 e 600 metros;</p> <p>Edificação sega Alta: Altura superior a 600 metros.</p>	
Austrália	<p>Pequena altura: entre 2 e 4 pavimentos;</p> <p>Mediana altura: entre 5 e 7 pavimentos;</p> <p>Mediana/ elevada altura: 8 pavimentos;</p> <p>Elevada altura: de 9 a 25 pavimentos, porém, de acordo com a região este parâmetro pode ser alterado.</p>	(NWS, 2020)
Portugal	<p>Pequena altura: São considerados edifícios baixos, aqueles que possuam até 9 metros de altura;</p> <p>Mediana Altura: Edifícios com altura maior que 9 metros e menor que 28 metros;</p> <p>Elevada Altura: São classificados desta forma, edifícios que possuam altura superior a 28 metros.</p>	(PORTUGAL, 1999)

Tabela 2: Continuação comparação quanto a classificação dos edifícios mais altos, entre países distintos. Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

3. Resultados da pesquisa de estudo de caso

A coleta e processamento das imagens foi realizada seguindo uma sequência, descrita de forma mais clara na tabela 3, foram observadas as condições climáticas, para que o levantamento não fosse prejudicado por falta de luz natural nem mesmo pela presença de chuva, que poderiam comprometer o equipamento, em seguida, fora escolhido o ponto de partida, buscando um local adequado para segurança tanto para quem estava realizando o levantamento, quanto para os moradores do edifício, é importante ressaltar que o equipamento deve estar posicionado de forma perpendicular em relação a posição da fachada que será alvo da captura das imagens, dessa forma conseguimos fazer a captura das imagens adequada e com uma qualidade melhor.

1-3		
Formulário de Planejamento	Plano de Voo	Checklist missão com VANT
<p>Nome: Estudo de Caso</p> <p>Localização: Zona Norte da cidade do Recife</p> <p>Tipo da Edificação: Residencial</p>	<p>Modelo de VANT: DJI Phantom 4 Pro V2.0</p> <p>Número estimado de baterias para operação: 3</p>	<p>Bateria 1: Início: 08:28; Término: 08:56; Fachadas: 1 e 3; Quantidade de imagens: 125; Bateria 2: Início: 10:35; Término: 11:02; Fachada: 2; Quantidade de imagens: 412;</p>

Tabela 3: Protocolo para missão com VANT. Fonte: Elaborado pelos Autores (2020).

(Continuação) 2-3		
<p>Revestimento da fachada: Cerâmico</p> <p>Idade: 5 anos</p> <p>Área construída: 12.450,00 m²</p> <p>Altura: 120,50m</p> <p>Número de andares: 37</p> <p>Número de Fachadas: 4 (Fachada 1 Sul; Fachada 2: Oeste; Fachada 3: Norte; Fachada 4: Leste).</p> <p>Geometria das fachadas (m):</p> <p>Fachada 1: Altura: 120,50 m; Largura: 9,60m; Área: 1.156,80 m²</p> <p>Fachada 2: Altura: 120,50 m; Largura: 30,40 m; Área: 3.663,20 m²</p> <p>Fachada 3: Altura: 120,50 m; Largura: 9,60 m; Área: 1.156,80 m²</p> <p>Fachada 4: Altura: 120,50 m; Largura: 30,40 m; Área: 3.663,20 m².</p> <p>Total de Fotografias: 942.</p>	<p>Data e Horário da operação: 09/09/2019 às 08:00 horas;</p> <p>Previsão das condições meteorológicas: Temperatura: 25 °C; Chance de Chuva: 10%; Velocidade do vento: 21 Km/h; Visibilidade: 11,3 Km; Tipo de Operação: VLOS (<i>Visual Line of Sight</i>);</p> <p>Características da localização da edificação:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Distância maior 5 Km de aeroportos e aeródromos; <input checked="" type="checkbox"/> Distância de 30 m de terceiros; <input checked="" type="checkbox"/> Não sobrevoar instalações militares/prisões;</p> <p>Identificação de obstáculos adjacentes:</p> <p><input type="checkbox"/> Norte: 0; <input checked="" type="checkbox"/> Sul: Casa de 3 andares; <input checked="" type="checkbox"/> Leste: Rua com fluxo veicular alto; <input checked="" type="checkbox"/> Oeste: Edifício de 20 andares; Modelo de câmera digital: CMOS 1” 20MP</p> <p>Distância câmera-fachada para captura de imagens: 8 m; Ampliação de margens para captura de imagens: Sobre altura: 1 m; sobre largura: 1 m.</p>	<p>Bateria 3: Início: 13::15; Término: 13:41; Fachadas: 4; Quantidade de imagens: 405.</p> <p>Regulamentações para operação de VANT: <input type="checkbox"/> Licença/ habilitação piloto; <input checked="" type="checkbox"/> Homologação e cadastro da aeronave na ANATEL; <input type="checkbox"/> Seguro contra danos a terceiros; <input checked="" type="checkbox"/> Pilotos e observadores com 18 anos cumpridos.</p> <p>Preparação do equipamento: <input checked="" type="checkbox"/> Ligar controle remoto e levantar antenas; <input checked="" type="checkbox"/> Checar peças e acessórios do VANT, após encaixe; <input checked="" type="checkbox"/> Remover proteção da câmera; <input checked="" type="checkbox"/> Ligar bateria do VANT; <input checked="" type="checkbox"/> Ligar aplicativo de controle (DJI go); <input checked="" type="checkbox"/> Verificar visualização da câmera; <input checked="" type="checkbox"/> Verificar níveis de bateria para um voo seguro (VANT e Controle remoto) %; <input checked="" type="checkbox"/> Verificar a indicação de “Safe to fly” no aplicativo do controle; <input checked="" type="checkbox"/> Decolar.</p> <p>Teste de manobrabilidade: <input checked="" type="checkbox"/> . Planar o VANT a aproximadamente 3 m – 10 pés acima do chão e confirmar se ele está sobre controle. <input checked="" type="checkbox"/> Verificar se todos os comandos de direcionamento estão operando corretamente enquanto o VANT plana.</p> <p>Para ambas as baterias: Verificar visualização da câmera; verificar local de pouso; pousar em local aberto e seguro.</p> <p>trocar bateria por outra carregada, ou realizar uma nova carga; verificar novamente todos os itens da Preparação do Equipamento.</p> <p>Checklist Pós-pouso e retomada de voo imediatamente: Desligar VANT;</p> <p>Processo para finalizar missão: <input checked="" type="checkbox"/> Pousar em local aberto e seguro; <input checked="" type="checkbox"/> Desligar bateria do VANT; <input checked="" type="checkbox"/> Desligar controle remoto; <input checked="" type="checkbox"/> Remover bateria do</p>

Tabela 3: Continuação Protocolo para missão com VANT. Fonte: Elaborado pelos Autores (2020).

(Continuação) 3-3		
	Dimensões cobertas por cada fotografia: Altura: 7,30 m; Largura: 12,97 m	VANT; <input checked="" type="checkbox"/> Remover hélices; <input checked="" type="checkbox"/> Colocar proteção da câmera; <input checked="" type="checkbox"/> Guardar VANT na caixa; <input checked="" type="checkbox"/> Guardar Controle remoto na caixa.

Tabela 3: Continuação protocolo para missão com VANT. Fonte: Elaborado pelos Autores (2020).

A varredura das fachadas deve ser realizada de forma consecutiva: ao iniciar o voo do VANT, para este estudo de caso, a medida que o *drone* alçava voo, realizamos captura das imagens da fachada que estava posicionada a frente do equipamento, ao alcançar a última área da edificação, descemos o VANT, também realizando captura de imagens, porém fazendo a varredura de imagens já em outro ponto da fachada, e assim sucessivamente fachada por fachada, até concluirmos o levantamento completo, ver figura 4 com registros da realização do levantamento. Um ponto a ser destacado, é que tivemos de fazer o levantamento em três etapas, ambas realizadas no mesmo dia, por termos apenas uma bateria para uso do equipamento, então tivemos que realizar uma parte, carregar a bateria – que dura em torno de 2 horas para estar totalmente carregada –, realizar a segunda parte, realizar uma nova carga na bateria e então concluir o levantamento.



Figura 4: Registros da execução do levantamento. Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

Com a utilização do VANT para inspeção realizado no estudo de caso, foi possível identificar a presença de: manifestações patológicas decorrentes de processos biológicos, principalmente o mofo, fissuras/ trincas, destacamento e eflorescência; a qualidade de resolução da câmera do equipamento foi de suma importância para as identificações de formas adequadas destas manifestações patológicas, ver mapa de danos da fachada Leste (figura 5 e 6).

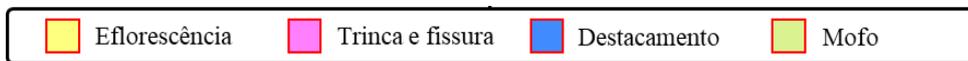


Figura 5 e 6: Mapa de danos da Fachada Leste: Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

A presença de fissuras/ trincas foi localizada em sua grande parte na região superior da edificação nas fachadas Oeste e Sul, (Figuras 7 e 8), principalmente na região da platibanda.

Foi identificada a presença de eflorescência – principalmente na fachada oeste – em menor quantidade quando comparada com a quantidade das demais manifestações patológicas nesta edificação, (Figuras 9 e 10).

Assim como as fissuras/ trincas, a apresentação de destacamento foi reconhecida nas partes superiores das fachadas, (Figuras de 11 e 12).

As patologias decorrentes de processos biológicos foram identificadas de forma mais concentrada nas lajes técnicas e nas varandas, porém esta foi encontrada ao longo de todas as fachadas da edificação (Figuras de 13 e 14).

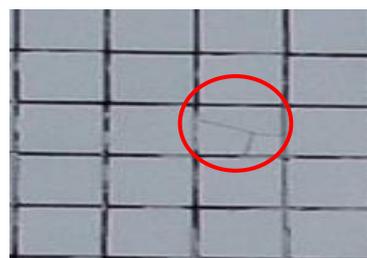
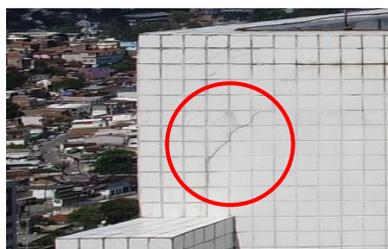


Figura 7 e 8: Apresentação de fissura nas fachadas Oeste e Sul. Fonte: Elaborado pelos autores (2019).



Figura 9 e 10: Apresentação de eflorescência nas fachadas Norte e Oeste. Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

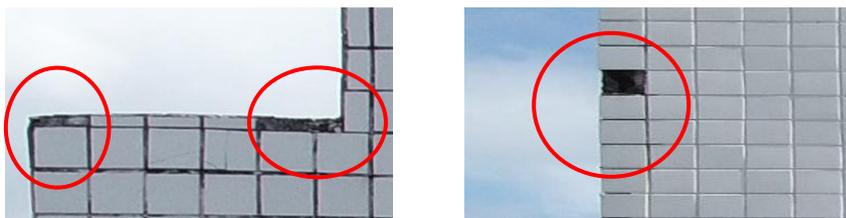


Figura 11 e 12: Apresentação de destacamento na fachada Sul. Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

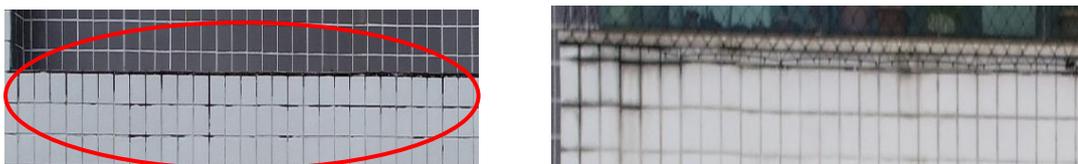


Figura 13 e 14: Apresentação de manifestações patológicas decorrentes de processos biológicos nas fachadas Sul e Leste. Fonte: Elaborado pelos autores (2019).

A principal dificuldade encontrada durante este levantamento, foi a influência do vento em relação a estabilidade do equipamento quando alcançadas as partes inferiores da edificação, principalmente com o passar do tempo, após a carga de bateria, a interferência da velocidade do vento foi nitidamente percebida na parte inferior da edificação. Porém a qualidade das imagens não foi comprometida, visto que, o VANT possui um sistema de estabilização automática, para que a coleta de imagens não seja prejudicada durante a sua utilização. Ao redor da edificação também haviam pontos que precisávamos estar sempre atentos, como uma rua com grande fluxo de carros, uma edificação vizinha com 20 pavimentos e uma residência, também vizinha ao edifício do estudo de caso, com 3 pavimentos.

4. Conclusões

Os resultados, até então obtidos, demonstram que é possível sim a utilização do VANT para a análise de manifestações patológicas em fachadas, principalmente se tratando de edificações de grandes alturas, visto que obteve-se êxito na análise apresentada neste estudo de caso, conseguimos fazer a identificação das manifestações patológicas de forma clara e rápida em pouquíssimo tempo, ponto este que se comparado a uma inspeção realizada pelo método tradicional duraria mais de um dia para ser concluída, além da qualidade das imagens obtidas facilitando a identificação das manifestações patológicas presentes nas fachadas. A utilização do VANT nas inspeções de fachadas possibilita, de forma evidente, a realização de mais de uma inspeção por dia, desde que haja baterias reservas para o equipamento, principalmente em edificações de elevadas alturas, uma vez que a logística de montagem e desmontagem de andaimes não possibilitaria essa flexibilidade em realizar mais de um levantamento por dia.

Pode-se considerar que a utilização do VANT na inspeção de fachadas é algo inovador dentro da construção civil, este trabalho demonstra que há a possibilidade da união de novas tecnologias somadas ao campo prático da engenharia civil, pois, nele é apontado algo inovador para a execução das inspeções de manifestações patológicas em fachadas de edifícios de grandes alturas.

Referências

- ALMEIDA, M. **Manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos de fachada em três estudos de caso na cidade de balneário Camboriú**. Florianópolis, 2004. 174p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina.
- ALVES, K. C. C. **O processo de assistência técnica de empresas de construção: estudos de caso**. Recife, 2016. 117p. Dissertação – Escola Politécnica de Pernambuco, Universidade de Pernambuco.
- BAUER, R.J.F. **Patologia em revestimentos de argamassa inorgânica**”. In: II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, Salvador, 1997. Anais. P 321-33.
- CAMPANTE, E. F.; SABBATINI, F. H. **Durabilidade de revestimentos cerâmicos de fachada**. In.: Congresso Ibero-americano de Patologia de Iás Construcciones, V, CONPAT, 1, 1999. Montevideo. Anais... Montevideo, 1999.
- CORREA, A.; MIRANDA, P. **Patologias de Fachadas**. Revista Pensar Engenharia. 1 jul. 2013, Vol. 1 (2). Belo Horizonte, 2013.
- COSTA E SILVA, A. J. **Descolamento nos revestimentos cerâmicos de fachada na cidade do Recife**. São Paulo, 2001. 221p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- COSTA E SILVA, A. J. **Método para gestão das atividades de manutenção de revestimentos de fachada**. São Paulo, 2008. 221p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- COUNCIL ON TALL BUILDINGS AND URBAN HABITAT. CTBUH, c2019. **CTBUH HEIGHT CRITERIA**. Disponível em: <<https://www.ctbuh.org/resource/height>>. Acesso em: 15 de out. De 2019.
- DJI. **Dà-Jiāng Innovations Science and Technology**. Phantom 4 PRO V2.0. 2019. Disponível em: <<https://www.dji.com/br/phantom-4-pro-v2?site=brandsite&from=nav>> Acesso em: setembro de 2019.
- EMPORIS. Emporis Standards Committee, c2020. **Emporis high-rise Building**. Disponível em: <<https://www.emporis.com/building/standard/3/high-rise-building>>. Acesso em: 31 de jan. 2020.
- FERREIRA, L. B. **Patologia em revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios estudo regionalizado para a cidade de Divinópolis**. Belo Horizonte, 2007. 94p. Monografia (Especialização). Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais.
- GALLETTO, A.; ANDRELLO, J. M. **Patologia em fachadas com revestimentos cerâmicos**. In: IX Congreso internacional sobre Patologías y Recuperación de Estructuras CINPAR, 1. 2013. Paraíba. Anais. João Pessoa, 2013.
- GOMIDE, Tito Lívio Ferreira; FAGUNDES NETO, Jerônimo Cabral Pereira; GULLO, Marco Antônio. **Normas técnicas para engenharia diagnóstica em edificações**. 2. ed. São Paulo: Pini, 2009. 245 p.

HORSTH, A. A.; BARRELETE, F. N.; MACIEL JR., J. A.; MIRANDA, L. R. **Pathology in facade ceramic coating**. Revista educação, meio ambiente e saúde. Jan. 2018, Vol. 8 n. 1. Curitiba, 2018.

J. YANG, S. JIN, X. XIAO, C. JIN, J. C. XIA, X. LI, S. WANG, (2019). **Local climate zone ventilation and urban land surface temperatures: Towards a performance-based and wind-sensitive planning proposal in megacities**. Elsevier Ltd, Sustainable Cities and Society. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2210670718324569?via%3Dihub>> Acesso em 29 de Jan. De 2020.

LORDSLEEM JR., A. C. **Sistemas de recuperação de fissuras da alvenaria de vedação: avaliação da capacidade de deformação**. São Paulo, 1997. 195p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

Michele Russo, Laura Carnevali, Valentina Russo, Davide Savastano & Yuri Taddia (2018): **Modeling and deterioration mapping of façades in historical urban context by close-range ultra-lightweight UAVs photogrammetry**, International Journal of Architectural Heritage. Roma, Itália. Disponível em <<https://doi.org/10.1080/15583058.2018.1440030>> Acesso em: 09 de mar. De 2020.

NWS GOVERNMENT. **NSW Department of Planning, Industry and Environment**, c.2020. Disponível em: <<https://www.planning.nsw.gov.au/Plans-for-your-area/Priority-Growth-Areas-and-Precincts/Sydenham-to-Bankstown-Urban-Renewal-Corridor/~media/27794C9C3ED6450B94E94EE3C318E9B6.ashx>>. Acesso em: 29 de jan. De 2020.

PORTUGAL. Decreto-Lei nº 414/98 de 31-12-1999, **Regulamento de segurança contra incêndio em edifícios: Artigo 5.º - Classificação dos edifícios de acordo com a altura**, Lisboa, Cap. 1, Sec. 1, maio/jun. 1999.

RESENDE, Maurício Marques, M. M. S. B. Barros, and J. S. Campos. **A influência da manutenção na durabilidade dos revestimentos de fachada de edifícios**. Workdur-II Workshop sobre durabilidade das construções, São José dos Campos (Brasil). 2001.

RIBEIRO, D.V. **Corrosão em estruturas de concreto armado: teoria, controle e métodos de análises**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

Roca, D., Lagüela, S., Díaz-Vilariño, L., Armesto, J., & Arias, P. (2013). **Low-cost aerial unit for outdoor inspection of building façades**. Automation in Construction, 36, 128–135. doi:10.1016/j.autcon.2013.08.020.

SILVA, A. F. **Manifestações patológicas em fachadas com revestimentos argamassados: estudo de caso em edifícios em Florianópolis**. Florianópolis, 2007. 190p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina.

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios**. São Paulo, IPT/EPUSP/PINI, 1989.

TONDELO, P. G., & Barth, F. (2019). **Análise das manifestações patológicas em fachadas por meio de inspeção com VANT**. PARC Pesquisa Em Arquitetura E Construção, 10, e019009. Disponível em: <<https://doi.org/10.20396/parc.v10i0.8652817>>. Acesso em: 27 de ago. De 2019.