

INSPEÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE FACHADAS EM EDIFÍCIO DE GRANDE ALTURA COM VANT

FACADES PATHOLOGICAL MANIFESTATION INSPECTION ON A HIGH-RISE BUILDING WITH UAV

MOEMÍ BARBOSA LIMA | UPE

ALBERTO CASADO LORDSLEEM JÚNIOR, Dr. | UPE

RAMIRO DANIEL BALLESTEROS RUIZ, M.Sc. | UPE

BRUNO JOSÉ TORRES FERNANDES, Dr. | UPE

SÉRGIO CAMPELLO OLIVEIRA, Dr. | UPE

OTÁVIO JOSÉ DOS SANTOS, M.Sc. | UPE

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 verificar a viabilidade de sua utilização em edifícios de elevadas alturas. Foi realizada uma revisão bibliográfica sobre a temática e em seguida, foi realizado um estudo de caso, através da varredura das quatro fachadas de uma edificação localizada na cidade do Recife, Estado de Pernambuco, onde se conseguiu constatar as manifestações patológicas presentes na envoltória do prédio. Os resultados demonstram que o equipamento se mostrou eficiente mediante a aplicação de específico protocolo. 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 weather, the safe and economical inspection of the facades lacks new technologies as a counterpoint to the traditional industrial mountaineering process. The objective is to present the association of inspection of pathological manifestations of facades with the use of an unmanned aerial vehicle (UAV), seeking to verify the feasibility of its use in buildings of high heights. A bibliographic review on the theme was carried out and then a case study was carried out, by scanning the four facades of a building located in the city of Recife, State of Pernambuco, where it was possible to verify the pathological manifestations present in the building envelope. The results demonstrate that the equipment proved to be efficient through the application of a specific protocol. The main contribution of the research is to be able to map and identify the pathological manifestations in high-rise buildings.

KEY WORDS: Pathological Manifestations; UAV; Facades



1. INTRODUÇÃO

Alguns dos principais motivos que influenciam diretamente na inserção de novas formas de inspeções em fachadas de edifícios, são decorrentes da 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, 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.

Considerando o contexto, busca-se neste artigo investigar a realização da inspeção de manifestações patológicas de fachadas com o emprego de drone ou Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT), com o intuito de verificar a viabilidade de sua utilização em edifícios de grandes alturas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

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, et al. 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.

Segundo Lisboa et al. (2018, p. 2), “as fachadas atuam como o envelope das edificações, ou seja, são as partes mais expostas aos agentes externos como o sol, a umidade, o vento, a chuva e a variação de temperatura”.

De acordo com Resende et al. (2001, p. 10), o revestimento de fachada, “está submetido a um maior número de fatores de degradação, sendo 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 01.

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, 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 01 - Tipos de manifestações patológicas mais comumente encontradas em revestimentos cerâmicos e suas características.

Fonte: Autores.

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.

2.1 Classificação de uma edificação quanto a sua altura

O Conselho de Edifícios Altos e Habitat Urbano em inglês, *Council on Tall Buildings and Urban Habitat* (CTBUH), é uma instituição internacional, sediada nos Estados Unidos, que classifica as edificações em 3 tipos conforme a altura, quais sejam: 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 esses critérios citados anteriormente, como por exemplo, uma edificação que é considerada alta na Austrália não é considerada alta nos Emirados Árabes Unidos. A tabela 02 demonstra de forma concisa as diferentes classificações entre as alturas das edificações em distintos países.

Sarnento et al. (2012, p. 1), apontam que “a construção de edifícios altos em todo o mundo tem sofrido grande aumento, fato que ocorre devido ao crescimento populacional, urbanização de grandes centros, redução de áreas úteis à construção, entre outros”.

Particularmente, na cidade de Recife, situada no nordeste do Brasil, Fonte et al. (2005), apontaram que nas três últimas décadas observou-se a evolução das alturas das maiores edificações que passaram de 20 pavimentos em 1970 para 50 pavimentos nos dias atuais. Esta constatação considera o parâmetro temporal para a classificação dos edifícios altos.

Borges (2009, p. 2), conclui que alguns dos edifícios modernos construídos na cidade do Recife estão incluídos entre os mais esbeltos do mundo.

País	Classificação das alturas dos edifícios	Fonte
Emirados Árabes Unidos	<ul style="list-style-type: none"> • Edificação alta: altura menor que 300 m. • Edificação super alta: edifício que possua altura entre 300 e 600 m. • Edificação mega alta: altura superior a 600 m. 	(CTBUH, 2019)

China	<ul style="list-style-type: none"> • Pequena altura: edifício deve possuir de 1 a 3 pisos. • Mediana altura: edifícios que possuam entre 7 e 9 pisos. • Elevada altura: edifício possua entre 10 e 39 pisos. • Edificação super alta: edifícios com 40 pisos ou mais. 	(J. YANG et al., 2019)
Estados Unidos	<ul style="list-style-type: none"> • Edificação alta: edifício maior que 100 m e menor que 300 m. • Edificação super Alta: edifício que possua altura entre 300 e 600 m. • Edificação mega Alta: edifício superior a 600 m. 	(CTBUH, 2019; EMPORIS, 2020)
Austrália	<ul style="list-style-type: none"> • Pequena altura: entre 2 e 4 pavimentos. • Mediana altura: entre 5 e 7 pavimentos. • Mediana/elevada altura: 8 pavimentos. • Elevada altura: de 9 a 25 pavimentos, porém, de acordo com a região este parâmetro pode ser alterado. 	(NWS, 2020)
Portugal	<ul style="list-style-type: none"> • Pequena altura: edifícios que possuam até 9 m. • Mediana altura: edifícios com altura maior que 9 m e menor que 28 m. • Elevada altura: edifícios que possuam altura superior a 28 m. 	(PORTUGAL, 1999)

Tabela 02 - Comparação entre países quanto à classificação dos edifícios em relação à altura
Fonte: Autores.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia, tabela 03, utilizada para este trabalho consistiu nas seguintes etapas:

• **Etapa 1:** Realizar uma revisão bibliográfica através do Portal de Periódicos CAPES (Coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior), em diversas bases de dados, como DOAJ, Scielo e Scopus, utilizando a metodologia de revisão sistemática PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses), para a busca dos artigos, também foi feita a coleta de trabalhos de conclusão de curso e dissertações – nos idiomas inglês e português –, com temas que contribuíssem de forma substancial para este artigo, temas estes voltados às análises de manifestações patológicas em fachadas, os tipos 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.

• **Etapa 2:** Foi realizada uma avaliação de qual edificação de elevada altura poderia estar dentro dos parâmetros necessários para a realização de um voo com o VANT. Após a identificação 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.

• **Etapa 3:** Realização do 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. E o processamento das imagens, com a utilização do software de foto de fotogrametria digital, AGISOFT PhotoScan, para a realização dos modelos tridimensionais da edificação e análise dos tipos de manifestações patológicas encontradas nas fachadas analisadas.

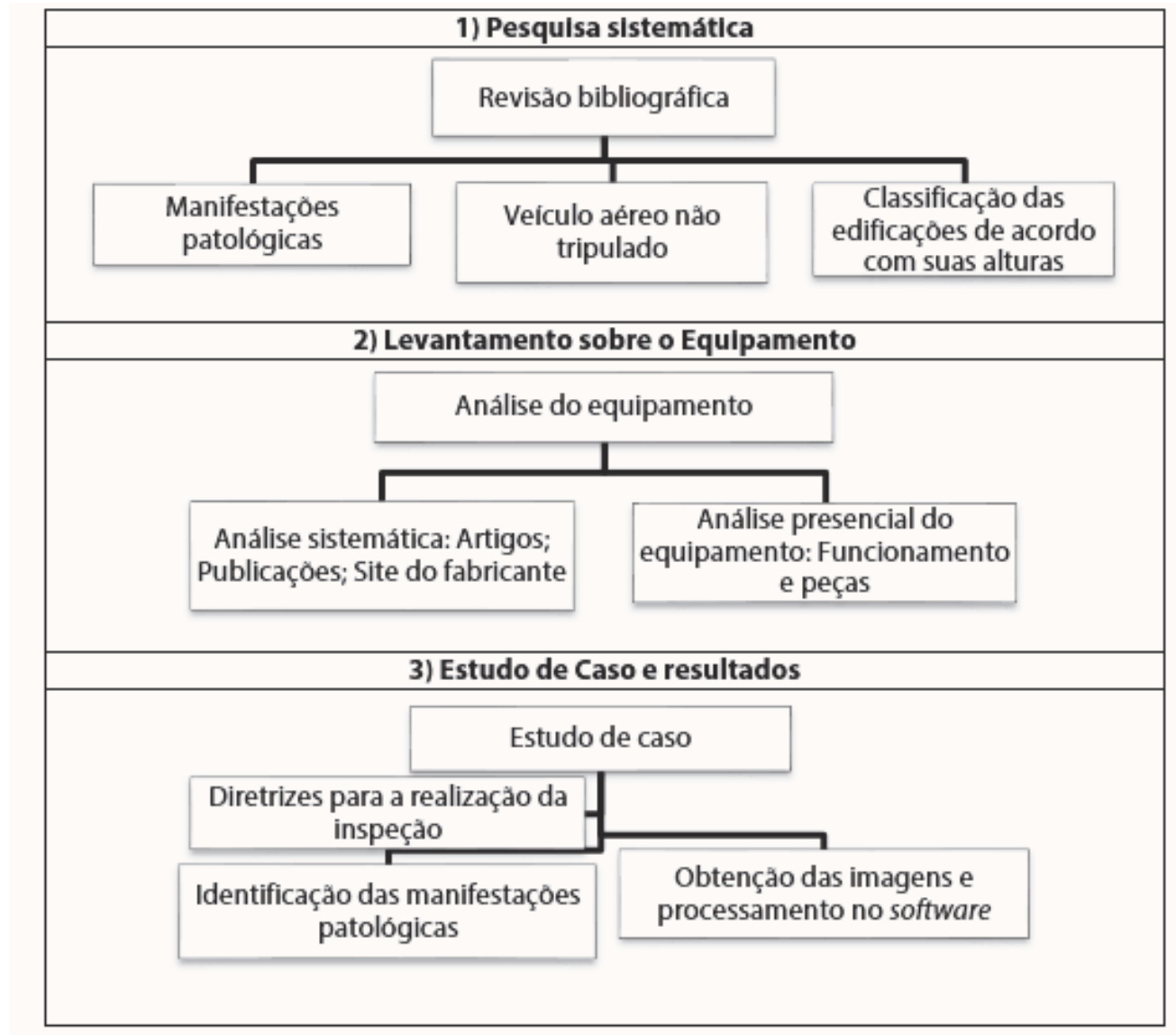


Tabela 03 - Fluxograma dos procedimentos metodológicos
Fonte: Autores.

3.1 Estudo de Caso

O estudo de caso foi realizado em uma edificação residencial (figura 01), 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 qual, de acordo com os parâmetros anteriormente informados, é considerado um edifício alto.

3.2 Equipamento utilizado

Foi utilizado o VANT do tipo quadricóptero, no modelo DJI Phantom 4 Pro V 2.0, como demonstrado nas figuras 02 e 03, 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



Figura 01 – Edifício do Estudo de Caso
Fonte: Site de Vendas de imóveis



Figura 02 – VANT Phantom 4 Pro V 2.0
Fonte: Site do Fabricante



Figura 03 – Controle Remoto do VANT
Fonte: Site do Fabricante

4. RESULTADOS OBITOS

A coleta e processamento das imagens foi realizada seguindo uma sequência, descrita na tabela 04, 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.

<p>Formulário de Planejamento</p>	<p>Nome: Estudo de Caso; Localização: Zona Norte da cidade do Recife; Tipo da Edificação: Residencial; Revestimento da fachada: Cerâmico; Idade: 5 anos; Área construída: 12.450,00 m²; Altura: 120,50m; Número de andares: 37; Número de Fachadas: 4 (Fachada 1 Sul; Fachada 2: Oeste; Fachada 3: Norte; Fachada 4: Leste); Geometria das fachadas (m): Fachada 1: Altura: 120,50 m; Largura: 9,60m; Área: 1.156,80 m²; Fachada 2: Altura: 120,50 m; Largura: 30,40 m; Área: 3.663,20 m²; Fachada 3: Altura: 120,50 m; Largura: 9,60 m; Área: 1.156,80 m²; Fachada 4: Altura: 120,50 m; Largura: 30,40 m; Área: 3.663,20 m²; Total de Fotografias: 942.</p>
<p>Planejamento de voo</p>	<p>Modelo de VANT: DJI Phantom 4 Pro V2.0; Número estimado de baterias para operação: 3; Data e Horário da operação: 09/09/2019 às 08:00 horas; Previsão das condições meteorológicas: Temperatura: 25°C; Chance de Chuva: Visibilidade: 11,3 Km; Tipo de Operação: VLOS (Visual LineofSight); Características da localização da edificação: • Distância maior 5 Km de aeroportos e aeródromos; • Distância de 30 m de terceiros; • Não sobrevoar instalações militares/prisões; Identificação de obstáculos adjacentes: Norte: 0; • Sul: Casa de 3 andares; • Leste: Rua com fluxo veicular alto; • Oeste: Edifício de 20 andares; Modelo de câmera digital: CMOS 1" 20MP; Distância câmera-fachada para captura de imagens: 8 m; Ampliação de margens para captura de imagens: Sobre altura: 1 m; sobre largura: 1 m; Dimensões cobertas por cada fotografia: Altura: 7,30 m; Largura: 12,97 m.</p>
<p>Checklist missão com VANT</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; Bateria 3: Início: 13:15; Término: 13:41; Fachadas: 4; Quantidade de imagens: 405. Regulamentações para operação de VANT: Licença/ habilitação piloto; • Homologação e cadastro da aeronave na ANATEL; Seguro contra danos a terceiros; • Pilotos e observadores com 18 anos cumpridos.</p>

Checklist missão com VANT (continuação)	Preparação do equipamento: • Ligar controle remoto e levantar antenas; • Checar peças e acessórios do VANT, após encaixe; • Remover proteção da câmera; • Ligar bateria do VANT; • Ligar aplicativo de controle (DJI go); • Verificar visualização da câmera; • Verificar níveis de bateria para um voo seguro (VANT e Controle remoto) %; • Verificar a indicação de "Safe to fly" no aplicativo do controle; • Decolar. Teste de manobrabilidade: • Planar o VANT a aproximadamente 3 m – 10 pés acima do chão e confirmar se ele está sobre controle. • Verificar se todos os comandos de direcionamento estão operando corretamente enquanto o VANT plana. Para ambas as baterias: Verificar visualização da câmera; verificar local de pouso; pousar em local aberto e seguro. Trocar bateria por outra carregada, ou realizar uma nova carga; verificar novamente todos os itens da Preparação do Equipamento. Checklist Pós-pouso e retomada de voo imediatamente: Desligar VANT; Processo para finalizar missão: • Pousar em local aberto e seguro; • Desligar bateria do VANT; • Desligar controle remoto; • Remover bateria do VANT; • Remover hélices; • Colocar proteção da câmera; • Guardar VANT na caixa; • Guardar Controle remoto na caixa.
--	---

Tabela 04 - Protocolo para missão com VANT
Fonte: Autores.

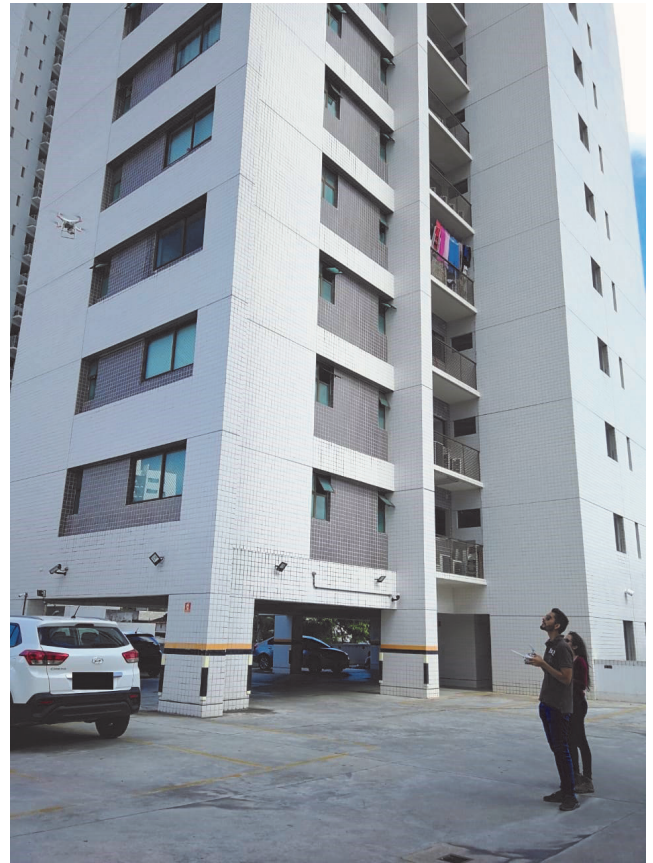


Figura 05 – Registros da execução do levantamento
Fonte: Autores

A varredura das fachadas foi realizada de forma consecutiva, à medida que o VANT alçava voo, realizou-se a coleta das imagens tentando capturar todas as áreas, obedecendo a perpendicularidade do equipamento em relação a fachada inspecionada.

A sequência da varredura seguiu o seguinte esquema: de baixo para cima e da esquerda para a direita, ver figura 04, sempre realizando a captura das imagens em todas as fachadas da edificação, até a conclusão de todo o levantamento (ver figura 05 com os registros da realização do levantamento)

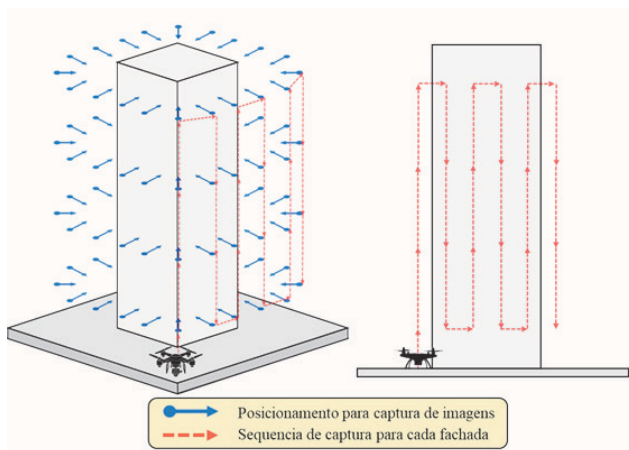


Figura 04 – Posicionamento do VANT para captura de imagens e sequência de execução
Fonte: Autores

Outro ponto a ser destacado, é que foi necessário realizar o levantamento em três etapas, ambas no mesmo dia, já que se tinha apenas uma bateria. Então, foi realizado uma parte do levantamento, posterior carregamento da bateria – em torno de 2 horas para estar totalmente carregada –, realizar a segunda parte, realizar uma nova carga na bateria e finalmente concluir o levantamento.

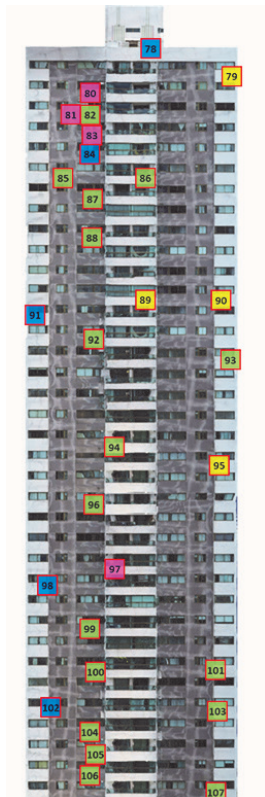
Com a utilização do VANT para inspeção realizado no estudo de caso, foi possível identificar a presença de: manifestações patológicas decorrentes de processos biológicos, principalmente o mofo, fissuras/ trincas, destacamento e eflorescência; a qualidade de resolução da câmera do equipamento foi de suma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

A identificação das manifestações patológicas foi realizada através das fotografias digitais obtidas durante a execução do estudo de caso, e através das imagens processadas no *software* AGISOFT *PhotoScan*, conforme imagens binarizadas apresentadas mais adiante, onde foi possível destacar todos os quatro tipos de manifestações patológicas descritas neste trabalho, em ambas as fachadas da edificação analisada.

A fachada Norte, foi a fachada que menos apresentou a presença de distintas manifestações patológicas, em sua grande maioria restritas as fissuras e trincas, figura 07. Já a fachada Sul, foi a fachada que mais apresentou a presença de manifestações patológicas, sendo a principal decorrente de processos biológicos, no caso o mofo. (Figura 08).

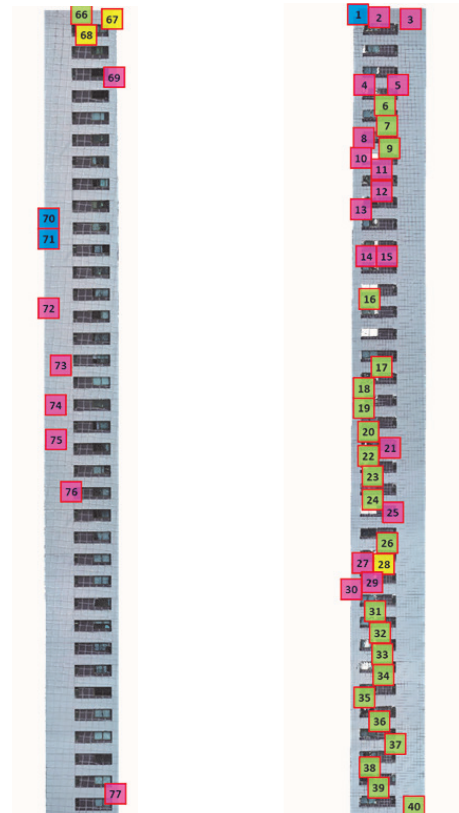
A presença de fissuras/trincas foi localizada em sua grande parte nas regiões superiores das fachadas. (Figura 09).

Foi identificada a presença de eflorescência, principalmente na fachada Oeste, umas das manifestações patológicas apresentadas em menor número em ambas fachadas. (Figura 10).



■ Eflorescência ■ Trinca e fissura ■ Destacamento ■ Mofo

Figura 06 – Mapa de danos da fachada Leste
Fonte: Autores



■ Eflorescência ■ Trinca e fissura ■ Destacamento ■ Mofo

Figura 07 e 08 – Mapa de danos da fachada Norte (esquerda) e Sul (direita)
Fonte: Autores



Figura 09 – Presença de trinca na fachada Oeste
Fonte: Autores

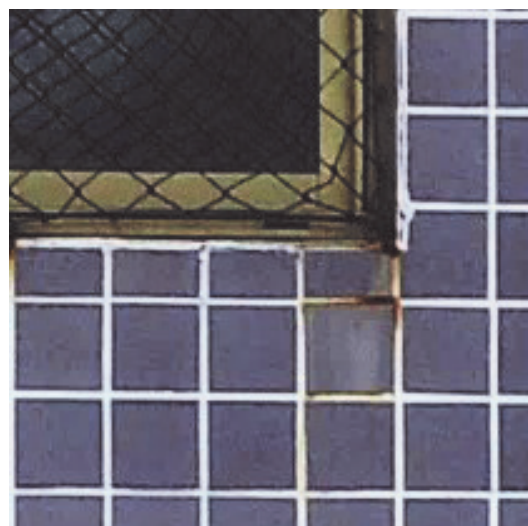


Figura 10 – Presença de eflorescência na fachada Sul
Fonte: Autores

Assim como a eflorescência, a apresentação de destacamento foi localizada em menor quantidade, e esta foi principalmente encontrada nas partes superiores das fachadas da edificação. (Figura 11).

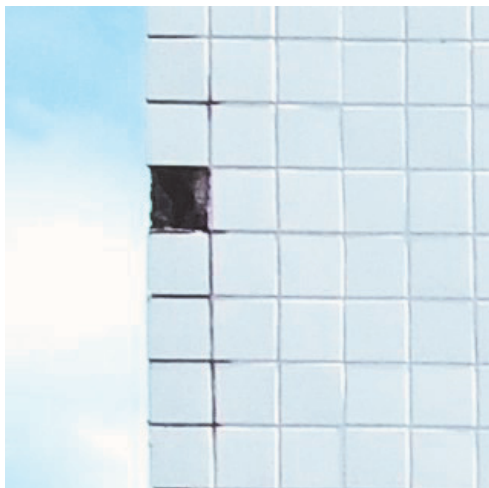


Figura 11 – Presença de destacamento na fachada Norte
Fonte: Autores

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 (Figura 12).

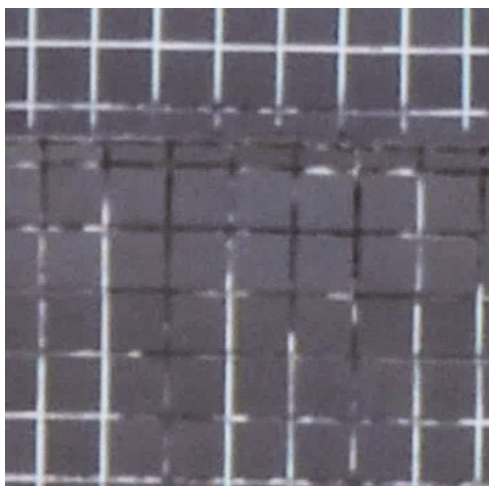


Figura 12 – Presença de mofo na fachada Leste
Fonte: Autores

4.1 Imagens Binarizadas

As figuras 13, 14, 15 e 16, representam as figuras, 09, 10, 11 e 12 respectivamente, após serem processadas no software AGISOFT PhotoScan e binarizadas.



Figura 13 – Imagem da manifestação patológica binarizada: presença de trinca na fachada Oeste
Fonte: Autores



Figura 14 – Imagem da manifestação patológica binarizada: presença de eflorescência na fachada Sul
Fonte: Autores

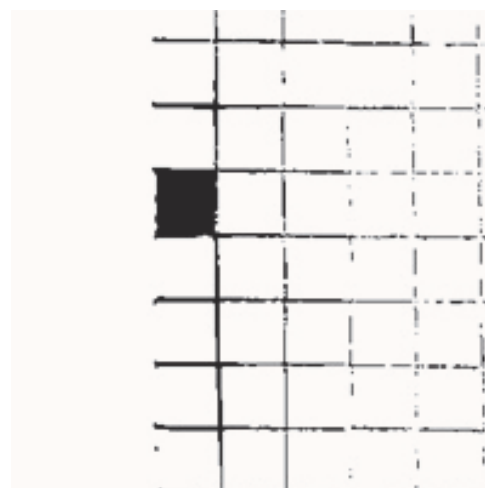


Figura 15 – Imagem da manifestação patológica binarizada: presença de destacamento na fachada Norte
Fonte: Autores

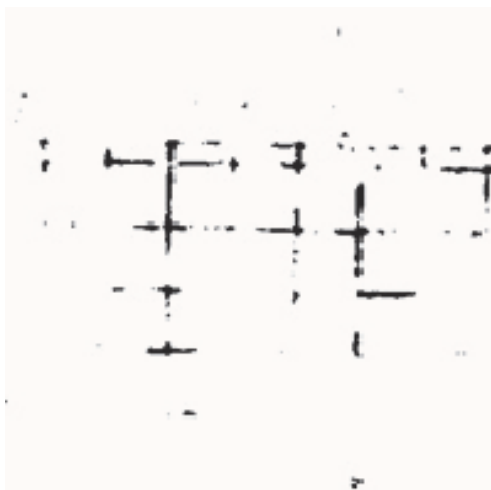


Figura 16 – Imagem da manifestação patológica binarizada: Presença de mofo na fachada Leste
Fonte: Autores

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos demonstram que é possível, eficiente e eficaz a utilização do VANT para a identificação de manifestações patológicas em fachadas, principalmente em se tratando de edificações de grandes alturas, visto que se obteve êxito na análise apresentada no estudo de caso. Foi possível identificar as manifestações patológicas de forma clara e em pouco tempo quando comparado a uma inspeção realizada pelo método tradicional (alpinismo industrial), o qual duraria mais de um dia para ser concluída. Outro aspecto vantajoso está associado a boa qualidade das imagens obtidas facilitando a identificação das manifestações patológicas presentes nas fachadas. A utilização do VANT nas inspeções de fachadas possibilita, de forma racional e segura, 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 do equipamento para a realização do levantamento através do alpinismo industrial, ou equipamento equivalente, 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 inovadora na construção civil, visto que altera a prática tradicional com o benefício da redução de tempo e custo associado a uma maior eficiência na obtenção das imagens, ainda mais numa situação desafiadora das 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.

BORGES, A. C. L. (2009). **Metodologia para avaliação do comportamento estrutural de edifícios altos em concreto armado com consideração da interação solo-estrutura.** Recife, 2009 205p. Tese de Doutorado em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco.

CAMPANTE, E. F.; SABBATINI, F. H. **Durabilidade de revestimentos cerâmicos de fachada.** In.: Congresso Ibero-americano de Patologia de las 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.** Phantom4PROV2.0.2019. Disponível em: <<https://www.dji.com/br/phantom=4--pro-2v?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.

FONTE, A. O. C.; FONTE, F. L. F.; CASTILLO, A. A. H. E.; PEREIRA, A. V. A. C. **Características e Parâmetros Estruturais de Edifícios de Múltiplos Andares em Concreto Armado Construídos na Cidade do Recife**. In: 47º Congresso Brasileiro do Concreto, 2005, Recife. 47º Congresso Brasileiro do Concreto, 2005. v. 01.

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.

LISBOA, DIOGO WANDERSON BORGES et al. **Utilização de VANT na inspeção de manifestações patológicas em fachadas de edificações**. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, Maceió, 2018.

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/27794C9C3ED6450B94E94EE-3C318E9B6.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.

SARMENTO, C. V. S.; FONTE, A. O. C.; LIMA, F. J. **MONITORAÇÃO DE EDIFÍCIOS ALTOS PARA AÇÕES DINÂMICAS DO VENTO**. 2012. 119p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Universidade Católica de Pernambuco, Recife, 2012.

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. Análise das manifestações patológicas em fachadas por meio de inspeção com VANT. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v. 10, p. e019009, 26 fev. 2019.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq/UPE por financiar a bolsa de pesquisa e ao grupo POLITECH por disponibilizar ambiente de aprendizado e contribuir para o desenvolvimento da construção civil.

AUTORES

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4718-9635>

MOEMÍ BARBOSA LIMA | Universidade de Pernambuco | Engenharia Civil | Recife, PE - Brasil | Correspondência para: R. Caldas Brandão, 60 A - Capibaribe, São Lourenço da Mata - PE, 54705-075 | e-mail: moemilima@gmail.com

ORCID: 0000-0003-3276-0621

ALBERTO CASADO LORDSLEEM JÚNIOR, Dr. | Universidade de São Paulo (USP) | Engenharia de Construção Civil e Urbana | SÃO PAULO, SP - BRASIL | Correspondência para: Escola Politécnica de Pernambuco - Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil. Rua Benfica, 455, Recife - PE, 50.720-001 | e-mail: acasado@poli.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3974-5977>

RAMIRO DANIEL BALLESTEROS RUIZ, M.Sc. | Universidade de Pernambuco | Mestrado em Engenharia Civil | Recife, PE - Brasil | Correspondência para: Av. Hilário Pereira de Souza, 492 – Apto. 124ª Jacarandá, Osasco – SP, 06010-170) | e-mail: ramiro.dbr@hotmail.com

ORCID: 0000-0002-6001-3925

BRUNO JOSÉ TORRES FERNANDES, Dr. | Universidade Federal de Pernambuco | Doutorado em Ciência da Computação | Recife, PE - Brasil | Correspondência para: Escola Politécnica de Pernambuco - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Computação. Rua Benfica, 455, Recife - PE, 50.720-001 | e-mail: bjtf@ecom.poli.br

ORCID: 0000 0003 1058 1139

SÉRGIO CAMPELLO OLIVEIRA, Dr. | Universidade Federal de Pernambuco | Doutorado em Engenharia Elétrica | Recife, PE - Brasil | Correspondência para: Escola Politécnica de Pernambuco - Mestrado em sistemas, R. Benfica, 455 - Madalena, Recife - PE, 50720-001 | e-mail: scampello@yahoo.com

ORCID: 0000-0001-7785-5435

OTÁVIO JOSÉ DOS SANTOS, M.Sc. - | Universidade de Pernambuco | Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas (PPGES) | Recife, PE - Brasil | Correspondência para: Escola Politécnica de Pernambuco - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas, R. Benfica, 455 - Madalena, Recife - PE, 50720-001 | e-mail: s.otavio@gmail.com

COMO CITAR ESTE ARTIGO

LIMA, Moemi Barbosa; JUNIOR, Alberto Casado Lordsleem; RUIZ, Ramiro Daniel Ballesteros; FERNANDES, Bruno José Torre, OLIVEIRA, Sérgio Campello; SANTOS, Otávio José dos. Inspecção 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: <<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>>. Acesso em: dia mês. ano. doi:<https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2020.v6.n2.111-122>.

DATA DE ENVIO: 25/04/2020

DATA DE ACEITE: 27/04/2020

