



# Uso de VANT para identificação e análise de manifestações patológicas

## *Use of UAV for identification and analysis of pathological manifestations*

OLIVEIRA, Vinicius Roberto de. Graduando/Engenharia Civil - Instituto Federal do Sertão Pernambucano - Campus Serra Talhada. Rodovia PE 320, s/n - km 126, Zona Rural, Serra Talhada - PE - Brasil. Caixa Postal 78 / Telefone: (88) 98842.4080 / E-mail: vinicius.roberto@aluno.ifsertao-pe.edu.br

FEITOSA, Maycon Rian Marques. Técnico/Edificações- Instituto Federal do Sertão Pernambucano - Campus Serra Talhada. Rodovia PE 320, s/n - km 126, Zona Rural, Serra Talhada - PE - Brasil. Caixa Postal 78 / Telefone: (87) 98824.6931 / E-mail: maycon.rian@aluno.ifsertao-pe.edu.br

BARROS, Vitor Hugo de Oliveira. Mestrado/Engenharia Civil - Instituto Federal do Sertão Pernambucano - Campus Serra Talhada. Rodovia PE 320, s/n - km 126, Zona Rural, Serra Talhada - PE - Brasil. Caixa Postal 78 / Telefone: (81) 99280.5562 / E-mail: vitor.barros@ifsertao-pe.edu.br

ROSA, Johnny de Moura. Graduando/Engenharia Civil - Instituto Federal do Sertão Pernambucano - Campus Serra Talhada. Rodovia PE 320, s/n - km 126, Zona Rural, Serra Talhada - PE - Brasil. Caixa Postal 78 / Telefone: (89) 99906.6872 / E-mail: johnny.rosa@aluno.ifsertao-pe.edu.br

NASCIMENTO, Elivelthon Carlos do. Mestrado/Engenharia Civil - Instituto Federal do Sertão Pernambucano - Campus Serra Talhada. Rodovia PE 320, s/n - km 126, Zona Rural, Serra Talhada - PE - Brasil. Caixa Postal 78 / Telefone: (81) 98844.0780 / E-mail: elivelthon.nascimento@ifsertao-pe.edu.br

## RESUMO

As fachadas são estruturas que têm como função principal a proteção externa dos edifícios e, por consequência, ficam expostas a vários agentes naturais, o que acarreta no surgimento de manifestações patológicas que, muitas vezes, estão em lugares de difícil acesso, dificultando a identificação, manutenção e tratamento. Como solução, pode-se utilizar um Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT), que se mostra uma forma rápida e prática de inspeção dessas manifestações patológicas. Em virtude disso, essa pesquisa buscou demonstrar a utilização do VANT para inspeção de manifestações patológicas em fachadas e coberturas, buscando desenvolver uma metodologia que contempla cinco etapas: a revisão sistemática, aprendizado e preparação do drone, plano de voo, captura de dados e análise dos resultados. Essa metodologia consiste em fazer uma prévia vistoria do local, buscando identificar pontos de possíveis problemas, com o intuito de esquematizar um plano de voo, em que serão definidos os pontos de capturas de imagens. A área de estudo foi no Campus Serra Talhada do IFSertãoPE. Como resultados obtidos, foram identificadas fissuras nas coberturas das construções analisadas e o surgimento de eflorescências ainda em estado inicial de desenvolvimento. Além disso, com as imagens obtidas, foi percebida aberturas nos rejuntas das peças cerâmicas da fachada, o que pode causar mais eflorescências no futuro, identificação essa que dificilmente seria realizada com a inspeção visual tradicional, sem auxílio de VANTs. Foi observada a facilidade e eficácia do uso do VANT na identificação de patologias como fissuras, eflorescências, destacamentos e assim possibilitando os estudos para um possível tratamento.

**Palavras-chave:** Drones, Fachadas, Coberturas, Patologias.

## ABSTRACT

Facades are structures whose main function is the external protection of buildings and, therefore, are exposed to various natural agents, which leads to the appearance of pathological manifestations that are often found in places of difficult access, making identification, maintenance and treatment. As a solution, an Unmanned Aerial Vehicle (UAV) can be used, a quick and practical way to monitor these pathological manifestations. As a result, this research sought to demonstrate the use of UAV for inspection of pathological manifestations on facades and roofs, seeking to develop a methodology that includes five steps: systematic review, learning and preparation of the drone, flight plan, capture and data analysis of the results. This methodology consists of carrying out a prior inspection of the site, seeking to identify possible problem points, in order to draw up a flight plan, in which the image capture points will be defined. The study area was in the Serra Talhada Campus of IFSertãoPE. As a result, cracks were identified in the roofs of the analyzed constructions and the appearance of efflorescence still at an early stage of development. In addition, with the images obtained, openings were noticed in the joints of the ceramic pieces on the facade, which could cause more efflorescence in the future, an identification that would hardly be carried out with traditional visual inspection, without the help of UAVs. The ease and effectiveness of using UAV in the identification of pathologies such as fissures, efflorescences, detachments was observed, enabling studies for a possible treatment.

**Keywords:** Drones, Facades, Covers, Pathologies.



## Introdução

As identificações de manifestações patológicas devem ser realizadas visando a redução de gasto e de tempo, o que pode tornar inviável alguns métodos em determinadas construções, seja por uma área de difícil acesso, ou pelo tamanho da edificação. Uma proposta que atende bem esses requisitos é a utilização do VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado). Segundo Lima et al. (2020), o uso do VANT já substitui métodos como o de locação de andaime, no qual além de reduzir o tempo referente a montagem e desmontagem do equipamento, possibilita a realização do percurso de vistoria de forma mais rápida e segura, uma vez que o operador estará trabalhando remotamente.

VANT se refere a qualquer aeronave que não necessita de tripulação para voar, tendo como uma das suas aplicações a utilização em áreas de difícil acesso, o que facilita identificar manifestações patológicas nesses lugares. No Brasil, sua utilização é voltada principalmente à área de agricultura - auxiliando na identificação de irregularidades na plantação e na sua pulverização adequada, na monitoração de recursos - podendo ser em uma área florestada ou de uma empresa e na vigilância - possibilitando percorrer toda a extensão de uma empresa em um menor tempo (FURTADO et al., 2008). No âmbito da engenharia civil, a principal utilização é para levantamentos topográficos.

Em relação ao uso para inspeção em fachadas e coberturas, Rosa et al. (2021) realizaram uma revisão sistemática indicando que as metodologias de análise ainda estão sendo consolidadas, devido ao pequeno número de trabalhos com essa abordagem. Desse modo, há a necessidade de uma maior inclusão e padronização do uso do VANT na construção civil. Como exemplos recentes, Lisboa et al. (2018) estudaram a utilização do VANT na inspeção de manifestações patológicas em fachadas de edificações, Lima et al. (2020) estudaram casos de utilização do VANT para análises de manifestações patológicas na fachada de edifícios de grande altura, e Ballesteros e Junior (2021) pesquisaram sobre o uso do VANT para inspeção de manifestações patológicas em fachadas com revestimento cerâmico.

De acordo com a NBR 13755 (ABNT, 1996) entende-se por fachada todo o revestimento externo que tem como função proteger a edificação de agentes ambientais - como chuva e umidade, agentes atmosféricos e desgastes mecânicos. Sendo assim, há um maior desgaste por estar exposta a esses fatores de degradação e entende-se o quão importante é a sua análise.

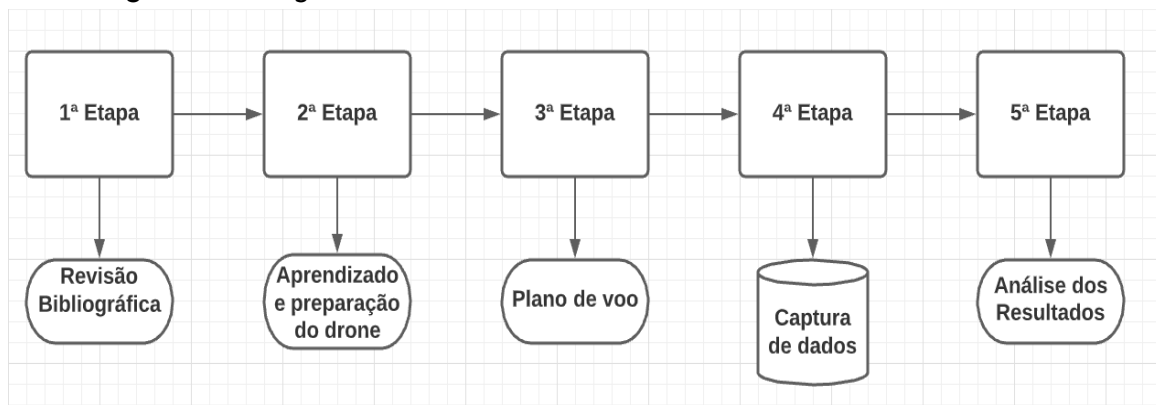
A problemática de outros métodos mais demorados é a consequência que a demora na identificação de uma manifestação patológica pode trazer à construção. Segundo Antunes (2010), essas patologias, se não forem identificadas e tratadas quanto antes, podem comprometer a segurança e a saúde de quem está presente na edificação. É através do processamento de dados capturados pelo VANT que podem ser identificados diversos tipos de patologias em edificações, como o caso de eflorescência que se trata de depósitos salinos encontrados nas superfícies das paredes podendo ser causadas pela matéria-prima utilizada e pela umidade do local (MENEZES et al., 2006), deslocamento cerâmico podendo ser ocasionado também pela umidade ou por falta de mão de obra qualificada (SILVA et al., 2020), e fissuras que são patologias observadas em estruturas de concreto que podem ter causas mecânicas, térmicas ou reológicas (SANTOS, 2019), e assim podem ser tratados.

Diante disso, e considerando a escassez de pesquisas comprovando a eficácia da utilização do VANT para as análises de manifestações patológicas, o artigo em questão busca avaliar o uso de VANTs na inspeção de fachadas e coberturas de edifícios. Além disso, busca-se discutir as causas das manifestações patológicas e sugerir possíveis soluções.

## Material e métodos

A metodologia desta pesquisa se subdividiu em cinco etapas (Figura 1). As cinco etapas são: Revisão bibliográfica, Aprendizado e preparação do drone, Definição do plano de voo, Captura de dados (imagens e vídeos do local estudado) e análise dos resultados.

**Figura 1 - Fluxograma**



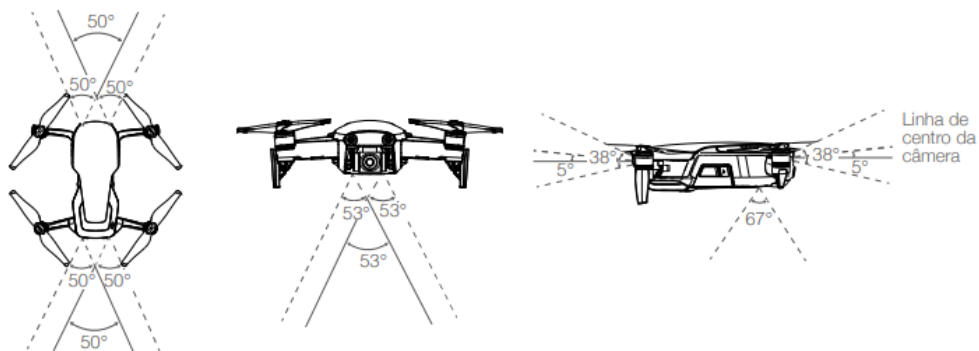
Fonte: Pesquisa direta.

Para a inspeção das manifestações patológicas com a utilização de VANT, estas etapas se deram sequencialmente como ilustrado anteriormente, foram realizados alguns caminhos desde a preparação do drone até a coleta do material para análise. No primeiro momento se faz necessário o conhecimento da tecnologia utilizada na inspeção, para que haja um bom desempenho desse dispositivo. Assim, o drone utilizado para este procedimento foi o modelo DJI MAVIC AIR Mini (Figura 2). Inicialmente houve um momento de aprendizado na preparação do instrumento e das funções que o modelo apresenta, visto que há uma variância para os diferentes tipos e modelos.

**Figura 2 - Drone Mavic Air Mini**

Fonte: DJI, 2018.

O drone Mavic Air, segundo seu manual, grava vídeos 4k em até 30 fps e captura fotos em 12 megapixels e possui uma grande estabilidade no seu funcionamento, o que evita fotos desfocadas. O estudo da angulação em que o VANT obtém as imagens se torna fundamental, pois adquirido tal conhecimento, o posicionamento correto do veículo perante o objeto a ser retratado se torna mais ágil para a execução do voo. Na figura 3 é mostrada a angulação de capturas das câmeras embutidas do dispositivo utilizado nesta pesquisa.

**Figura 3 - Angulação das câmeras do Drone Mavic Air**

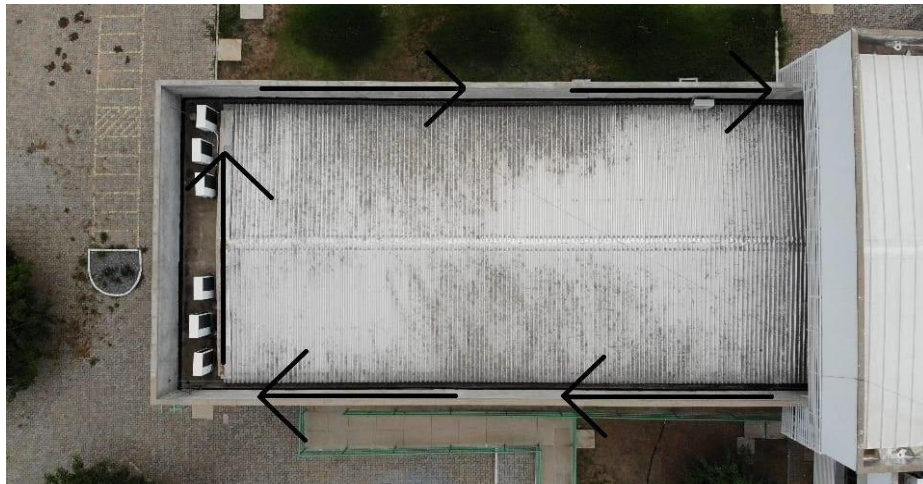
Fonte: DJI, 2018.

O local escolhido para a inspeção foi o Campus de Serra Talhada, do IFSertãoPE. Depois de estudar as configurações e funcionamento do VANT, foram realizadas, a olho nu, algumas vistorias em torno da edificação, a fim de encontrar possíveis manifestações patológicas e principalmente organizar o plano de voo, visto que esta etapa é de extrema importância, pois serão através destes planejamentos que o VANT seguirá em torno da edificação para a obtenção das imagens.

Após a vistoria visual, organizou-se um plano de voo, que consiste em montar um croqui da

edificação e traçar um percurso na qual o drone irá seguir, a fim de abranger toda a edificação. Em locais de difícil acesso e nenhum conhecimento prévio, utiliza-se o drone como ferramenta para auxiliar no mapeamento do plano de voo. Na Figura 4 é mostrada a cobertura onde fica o auditório do campus, as linhas pretas representam o plano de voo na parte superior do edifício, traçado que foi percorrido pelo VANT. Como o dispositivo apresenta limitação de imagem, as capturas imagéticas do drone aconteceram a cada metro percorrido, seja no sentido vertical ou horizontal, com o intuito de atingir com detalhes toda a edificação, conseqüentemente um material com nitidez e clareza para servir como objeto de estudo.

**Figura 4 - Cobertura**

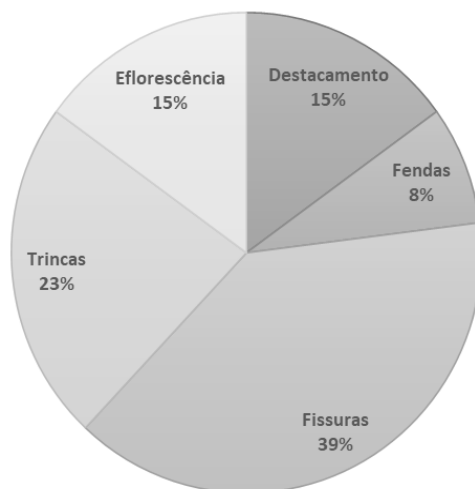


Fonte: Pesquisa direta.

Após a coleta de dados, os arquivos ficam guardados na memória interna do VANT, sendo necessário um computador para o descarregamento do material e assim começar a última etapa, a análise dos dados.

## Resultados e discussão

Segundo análises feitas na edificação do Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Campus Serra Talhada, foram identificados, na maioria dos casos, patologias como fissuras, trincas e eflorescências (Figura 5).

**Figura 5** - Resumo das manifestações patológicas identificadas na inspeção

Fonte: Pesquisa direta.

Grande parte dessas patologias estão ligadas a infiltrações de água nas paredes da instituição, que, de acordo com Donato et al. (2018), pode ocorrer pelo aumento da umidade ocasionada pelas chuvas ou absorvida do solo, além de possíveis vazamentos na rede de água ou esgoto. Em relação à primeira possibilidade, o volume de precipitação na região é pequeno, já que faz parte do semiárido brasileiro, região com precipitação média de 800 mm/ano ou inferior (SUDENE, 2017). Apesar desse fato, é possível que a água da chuva tenha provocado algumas das patologias encontradas, visto que a impermeabilização do local pode ter sido mal executada.

Na Figura 6, é possível observar manchas escuras na cerâmica, podendo ser ocasionadas, como já discutido anteriormente, e por não haver redes de água e esgoto no local, pela má impermeabilização. Para a identificação precisa das causas do problema, é necessária uma abordagem mais específica do problema, com análise do projeto executivo e dos materiais utilizados, o que não é o objetivo principal desse trabalho.



**Figura 6** - Eflorescência encontrada no Auditório da Instituição

Fonte: Pesquisa direta.

Segundo Fernandes (2018), para a correção desse problema, deve ser feita uma restauração da parede para a correção de problemas com umidade. Uma solução possível consiste em retirar a cerâmica e o reboco, em seguida deve ser feito um novo reboco com a adição de algum aditivo impermeabilizante e após isso pode ser colocada novamente a cerâmica.

Na Figura 6 podem ser identificadas, ainda, formações salinas identificadas como eflorescência. Esse tipo de manifestação patológica é ocasionado por sais encontrados nos materiais ou componentes da alvenaria que, em contato com água e com a variação da temperatura, reagem formando manchas esbranquiçadas como as encontradas. O princípio de ativação dessa manifestação patológica é semelhante ao das manchas, manifestações patológicas que também foram encontradas na referida fachada (Figura 7) (Menezes et al., 2006; Lisboa et al., 2018; Lima et al., 2020).

Segundo a NBR 7200 (ABNT, 1998), para a remoção da eflorescência deve ser escovado o local com escovas de cerdas resistentes, como as feitas de aço, além de limpeza com uma solução de ácido muriático, em casos de maiores áreas pode ser aplicado jateamento de areia.

**Figura 7 - Manchas encontradas no Auditório da Instituição**

Fonte: Pesquisa direta.

Além das manifestações patológicas destacadas, foi identificado um princípio de descolamento das placas cerâmicas, que ocorre quando a tensão no revestimento é maior que a capacidade de aderência das ligações (SILVA et al., 2020). Dentre os principais motivos que também originam essa patologia, está a má impermeabilização, uma possível solução é retirar todas as cerâmicas com possíveis destacamentos e substituir a argamassa utilizada, por uma mais resistente e que leve em conta as variações térmicas do local (BARROS et al., 2020). Além disso, a manutenção preventiva é essencial para prevenir esse tipo de manifestação, sendo necessário manter o rejunte da fachada sem falhas ou aberturas.

Na Figura 8 são destacas fissuras que foram encontradas na cobertura da cantina do Instituto.



**Figura 8 - Fissuras encontradas na Cantina da Instituição**

Fonte: Pesquisa direta.

Em relação às fissuras encontradas, as mesmas podem ter sido ocasionadas por flexão, que consiste quando existe um esforço de flexão excessivo gerando fissuras no centro e nos apoios, porém na maioria dos casos tendem a irem em direção ao centro, ou por corrosão da armadura, que podem ocorrer por falha na montagem da armadura da laje, e conseqüentemente as fissuras acompanham o formato da armadura, o que explicaria o formato das fissuras encontradas no local (SANTOS, 2019).

Caso a fissura não ultrapasse a camada de revestimento, pode ser facilmente resolvida com a utilização de um selante flexível, seguindo os procedimentos corretos na sua aplicação (NASCIMENTO e CICUTO, 2019). De acordo com Santos (2019), para casos de corrosão deve ser retirado o concreto considerado velho deixando um espaçamento (1 a 2 centímetros) para assim poder ser feita uma limpeza com o jateamento de areia, caso necessário deve-se trocar a armadura.

Na Figura 9 identifica-se uma fenda na área de junção da laje.

**Figura 9** - Fenda encontrada na cobertura da Cantina da Instituição

Nas condições em que essa patologia foi encontrada, a causa mais provável é a falha na aderência da junta na concretagem, que ocorre quando há má execução no processo de concretagem (COUTO e BARRIOS, 2019). Caso se trate de uma abertura ativa, um dos processos ideais seria o grampeamento da estrutura. Sendo essa a situação, deve-se executar os furos previamente para os grampos, após isso deve ser colocada a resina a base de epóxi ou cimento na fenda, somente depois disso é colocado os grampos e são preenchidos os espaços vazios com resina epóxi (SANTOS, 2019).

## Conclusões

A partir dos estudos realizados, é possível perceber que a utilização do VANT para a identificação de manifestações patológicas, como eflorescência, destacamento, fissuras e áreas de infiltração de água, ao ser comparada a métodos mais tradicionais se mostra mais eficaz e mais rápida. Importante registrar que toda a operação com o drone, em campo, foi realizada em apenas um dia.

Além de precisar de um menor tempo para percorrer toda a extensão de um edifício, também possuem a vantagem alcançar áreas de difíceis acessos. Como desvantagem, a autonomia da bateria pode atrapalhar em um levantamento de uma maior área - problema que pode ser resolvido com a utilização de baterias reservas.

Em relação às manifestações patológicas encontradas nas fachadas e coberturas analisadas, grande parte delas tem, em comum, a água como fator envolvido no processo de formação da patologia, seja provinda de chuvas, do solo ou de vazamento da rede de água ou de esgoto. Esse fato apenas reforça a importância do uso de impermeabilizantes e de materiais de boa qualidade na etapa da construção da obra. A análise das causas e das melhores soluções das manifestações patológicas encontradas é estudo para trabalho posterior e, por isso, a discussão desses termos foi



feita superficialmente nesse trabalho.

## Agradecimentos

Os autores agradecem as bolsas de PIBIC e PIBIC Jr concedidas pelo CNPq para a execução do projeto, para o primeiro e segundo autor desse trabalho, respectivamente.

## Referências

ANTUNES, G. R. **Estudo de Manifestações Patológicas em Revestimento de Fachada em Brasília - Sistematização de Incidência de Casos.** (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) - Universidade de Brasília, Brasília - DF. 2010. 178 f.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13755:** Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante - Procedimento. Rio de Janeiro, 1996.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7200:** Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Procedimento. Rio de Janeiro, 1998.

BALLESTEROS, R. D.; JUNIOR, A. C. L. Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT) para inspeção de manifestações patológicas em fachadas com revestimento cerâmico. **Ambiente Construído**, v.21, n.1, 119-137. 2021. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212021000100497>

BARROS, H. E. B.; FERREIRA, D. S.; SILVA, A. F. P.; SOUSA, J. N.; NASCIMENTO, L. G.; CHAVES, A. R. F. L. Revestimento cerâmico de fachada: estudo dos possíveis agentes de degradação no descolamento de peças cerâmicas. **Brazilian Journal of Development**, 96670- 96681. 2020.

COUTO, T.; BARRIOS, S. K. M. Análise da Flexão e das Manifestações Patológicas em Laje Maciça na Cidade de Foz do Iguaçu. **Revista Pleiade**, v.13, n.28, 79-92. 2019.

DJI - Manual do usuário do Mavic Air. Disponível em: <https://www.dji.com/br/downloads/products/mavic-air>. 2018.

NASCIMENTO, R. S.; CICUTO, B. G. P. Fissuras e trincas em sistema de alvenaria de vedação: estudo de caso em unidade residencial. **Revista Técnico-Científica do CREA-PE**, Ed. Especial, 1-15. 2019.

DONATO, F. C.; MARTINS, I. C.; VIEIRA, L. H. L.; AMARAL, I. B. C.; REIS, A. B. Manifestações patológicas relacionadas a revestimentos cerâmicos de fachadas na cidade de Ipatinga-MG. **Revista Tecnológica**, v.27, n.1, 82-94. 2018. <https://doi.org/10.4025/revtecnol.v27i1.45233>

FERNANDES, L. A. **Patologias originadas pela umidade em edificações e seus tratamentos.** TCC (Graduação) - Curso de Bacharelado em Engenharia Civil - UNICESUMAR - Centro Universitário De Maringá, Maringá. 2018.

FURTADO, V. H.; GIMENES, R. A. V.; JÚNIOR, J. B. C.; JÚNIOR, J. R. A. **Aspectos de Segurança na Integração de Veículos Aéreos Não Tripulados (Vant) no Espaço Aéreo Brasileiro.** In: Simpósio de Transporte Aéreo (SITRAER), Rio de Janeiro - RJ, 506-517. 2008.

LIMA, M. B.; JÚNIOR, A. C. L; RUIZ, R. D. B.; FERNANDES, B. J. T.; OLIVEIRA, S. C.; SANTOS, O. J. Inspeção de manifestações patológicas de fachadas em edifício de grande altura com vant. **Mix**



**Sustentável**, v.6, n.2, 111-122. 2020.

LISBOA, D. W. D.; SILVA, A. B. S; SOUZA, A. B. A.; SILVA, M. P. **Utilização do vant na inspeção de manifestações patológicas em fachadas de edificações**. In: V CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA - CONTECC, Maceió - AL. 2018.

MENEZES, R. R.; FERREIRA, H. S.; NEVES, G. A.; FERREIRA, H. C. Sais solúveis e eflorescência em blocos cerâmicos e outros materiais de construção - revisão. **Cerâmica**, v.52, 37-49. 2006.

ROSA, J. M.; BARROS, V. H. O.; NASCIMENTO, E. C. Uso de VANT para identificação de manifestações patológica: uma revisão sistemática. **Semiarido de Visu**, v. 9, n. 3, 267 - 277. 2021.

SANTOS, M. D. T. **Manual básico para identificação de fissuras mais comuns em estruturas de concreto armado para engenheiros recém-formados**. TCC (Graduação) - Curso de Bacharelado em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul. 2019.

SILVA, A. F. P.; BARROS, H. E. B.; FERREIRA, D. S.; NASCIMENTO, L. G.; SOUSA, J. N. Patologia observada no sistema de revestimento externo cerâmico: um estudo de caso em fachada de um hotel em Teresina-PI. **Brazilian Journal of Development**, v.6, n.12, 96758-96769. 2020.

SUDENE - SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE. Resolução N° 107, de 27 de Julho de 2017. Ministério da Integração Nacional, Recife - PE. 2017. SUDENE. **Delimitação do Semiárido**. 2017.