

# A TERMOGRAFIA E O USO DE VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO COMO INSTRUMENTOS DE AUXÍLIO NO DIAGNÓSTICO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM PATRIMÔNIO CULTURAL EDIFICADO

*TERMOGRAPHY AND DRONE AS TOOL FOR PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS' DIAGNOSIS IN CULTURAL HERITAGE*

Camila de Rezende Innocencio<sup>1</sup>, Lucca Oliveira Salzani<sup>1</sup>, Thales da Silva Soares Pereira<sup>1</sup>  
Maria Teresa Gomes Barbosa<sup>1</sup>

## RESUMO:

As dificuldades de acesso à documentação do patrimônio edificado (incluindo técnicas e materiais de construção) é um fator limitante na elaboração das intervenções de conservação e restauração. Sendo assim, o processo de pesquisa deve ser mais minucioso quanto aos agentes causadores das manifestações patológicas e do comportamento dos materiais que os compõem, pois o envelhecimento das edificações, os impactos do entorno e o intemperismo resultam em danos graves à edificação. Assim, é necessária a adoção de novas estratégias para realizar e complementar o diagnóstico do estado de conservação da edificação, incluindo a investigação de pontos de difícil acesso. Nesse contexto, o presente trabalho utiliza tecnologias digitais para complementar o diagnóstico do estado de conservação do patrimônio edificado, a capela de Santa Teresinha, localizada no município de Juiz de Fora (MG). A metodologia consistiu em: revisão da literatura; mapeamento de danos por inspeção visual, termografia e VANT (veículo aéreo não tripulado). Por fim, essas tecnologias proporcionaram um diagnóstico mais preciso quanto ao entendimento das características dos materiais e estratégias de intervenções no patrimônio cultural.

**PALAVRAS-CHAVE:** Patologias; Tecnologia; VANT; Mapeamento de danos.

## ABSTRACT:

The difficulty of accessing the building heritage's documentation (including building techniques and materials) is limiting of your conservation and restoration interventions. Therefore, the research process must be more itemized about the agents causing the pathological manifestations and the behavior of their component materials because the buildings advanced age, surrounding and weathering impacts result in serious damage. Thus, it is necessary to adopt new strategies to carry out and complement the diagnosis of the building's state of art, which even make it possible to inspect difficult to access points. In this context, the present paper use of digital technologies for complement the diagnosis of the state of building heritage conservation, the chapel of Santa Teresinha, located in Juiz de Fora city (mg). The methodology consisting in: literature review; the damage mapping according to visual inspection, thermography and drone. At finally, these technologies provided a more accurate diagnosis as the understanding of the characteristics of the materials and interventions strategies development in the cultural heritage.

**KEYWORDS:** Pathologies; Technologies; UAV; Damage mapping.

<sup>1</sup> Universidade Federal de Juiz de Fora. Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído

**Fonte de Financiamento:** CAPES, CNPq, FAPEMIG, UFJF.

**Conflito de Interesse:** Não há conflito de interesse.

**Ética em Pesquisa:** Não há necessidade de aprovação ética.

**Submetido em:** 04/09/2020  
**Aceito em:** 13/01/2021

## How to cite this article:

BARBOSA, M.T.G.; INNOCENCIO, C.R.; SALZANI, L.O.; PEREIRA, T.S.S. A termografia e o uso de veículo aéreo não tripulado como instrumentos de auxílio no diagnóstico de manifestações patológicas em patrimônio cultural edificado. *Gestão & Tecnologia de Projetos*. São Carlos, v16, n3, Ano. <https://doi.org/10.11606/gtp.v16i3.174232>



## INTRODUÇÃO

No que se refere ao patrimônio histórico imóvel, um dos condicionantes para a sua conservação e/ou restauro está relacionado as restrições impostas tanto pelo acesso a sua documentação bem como, as técnicas a serem empregadas, demandando cuidados nos processos de investigação e no comportamento dos materiais, já que a idade avançada destes edifícios, as influências decorrentes do intemperismo, as alterações urbanas no seu entorno, dentre outros fatores, afetam as propriedades dos materiais e componentes da edificação. Entende-se ainda que as mudanças climáticas ocorridas nos últimos anos juntamente com as complicações por elas causadas ao planeta também contribuem para o incremento de forma expressiva, do ataque de agentes degradantes aos edifícios históricos, principalmente se considerarmos os seus deficientes estados de conservação. (PHILLIPSON; EMMANUEL; BAKER, 2016; SHEN et al., 2018; CABRERA; VIZCAÍNO; MIGUEL, 2020).

Nesse sentido, novas estratégias são adotadas para avaliar as manifestações patológicas e propiciar a gestão dos serviços de conservação, através do auxílio nas investigações qualitativas e quantitativas, principalmente em regiões de difícil acesso e/ ou diagnóstico (LERMA et al., 2014; BARREIRA; ALMEIDA; DELGADO, 2016; SARKS; SARKS, 2016; GOMES; XAVIER; FRANCISCO, 2018). Salienta-se que o emprego de tecnologias digitais para o mapeamento dos danos nas edificações, considera inclusive a possibilidade de uso de software gráfico e todas as suas funcionalidades.

Segundo Balaras e Argiriou (2002) e Lerma et al. (2014) o diagnóstico das anomalias de forma qualitativa poderá ocorrer através de análises visuais, por exemplo quando se emprega o ensaio não-destrutivo de termografia onde as diferenças visuais de temperatura no termograma (imagem) identificam pontos quentes e frios da imagem térmica por diferença de cor. Gomes, Xavier e Francisco (2018) destacam, também, o emprego de veículos aéreos não tripulados (VANTs) que possibilitam, através de uma captação de imagens de alta resolução efetuar uma análise visual mais acurada permitindo uma maior precisão nos estudos acerca do estado de conservação das edificações e de seu entorno, considerando o atual cenário do bem. Vale ressaltar que tanto a termografia quanto o VANT são exemplos pontuais de uma diversidade de tecnologias que podem ser utilizadas como auxílio na diagnose de manifestações patológicas nas construções. A análise quantitativa, por sua vez, é empregada na priorização da gravidade das anomalias, onde as representações gráficas e as estratégias de intervenção são essenciais (KEPNER; TREGOE, 1997; SAVIZ; SEED, 2020).

Nesse sentido, alinhar técnicas de inspeção que possibilitem preservar ao máximo o objeto estudado é fundamental. Embora as informações a serem obtidas dependam de vários fatores como: emissividade dos materiais, objetos ao redor do ponto analisado, tipo de iluminação, ângulo de observação, incidência de luz solar local, ação do vento, dentre outros.

A importância deste artigo reside na análise dos dados obtidos através do levantamento de danos (anomalias) auxiliado pelo emprego de câmaras termográficas e VANTs. Para tanto, efetuou-se um estudo de caso, a Capela de Santa Teresinha, localizada na cidade de Juiz de Fora (MG). A metodologia empregada pretende auxiliar a comunidade científica na mensuração (qualificação) do grau de degradação da edificação considerando, inclusive, a investigação das interferências no seu entorno, de forma a possibilitar a elaboração de estratégias que auxiliem em uma intervenção mais eficiente nos serviços de manutenção e conservação.

## EMPREGO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS PARA LEVANTAMENTO DE DANOS NO PATRIMÔNIO CULTURAL

A tecnologia tem contribuído de forma significativa nos métodos de mapeamento de danos, podendo suprir diversas deficiências no que se refere à investigação das causas das anomalias. A eficiência dos métodos empregados está relacionada a “como” e “quem” os aplica, e por esta razão não há uma tecnologia e nem tão pouco uma metodologia única para os casos de restauração arquitetônica. Existem diversas tecnologias que permitem investigar de forma mais precisa as anomalias nas edificações bem como, elaborar uma gestão dos serviços de manutenção e conservação, como por exemplo, a fotogrametria (VILLELA; GUTIERREZ, 2016), a modelagem geométrica (BONONI; SILVA, 2016), dentre outros. Esse trabalho direciona-se a análise das seguintes ferramentas:

i) Termografia que é uma técnica que utiliza equipamentos sensíveis a radiação infravermelha como termovisores e radiômetros, para traçar o perfil térmico de uma superfície, possibilitando determinar a variação de temperatura de diferentes pontos em um ambiente sem que ocorra a necessidade de ter contato físico, agregando uma maior precisão ao diagnóstico das anomalias de um patrimônio histórico, principalmente em áreas de difícil acesso, por meio de uma abordagem sustentável (LERMA et al., 2014).

O primeiro passo, em qualquer estudo termográfico de um edifício, é comparar as imagens obtidas com a realidade, o que permite detectar problemas locais ao observar as mudanças no comportamento térmico esperado dos materiais. Logo, a mesma área de estudo (ou região) deve ser capturada pela câmera termográfica durante diferentes períodos (diurnos e noturnos) (LERMA et al., 2018).

Algumas anomalias podem afetar o fluxo de calor regular, como a presença de falhas, fissuras e umidade. Outros critérios como: a cor do material, sua porosidade, a presença de sais, o ângulo de visão devem ser avaliados já que este procedimento é muito utilizado no estudo da ligação entre paredes, mapeamento de umidade ou difusividade térmica de alguns materiais, dentre outros (LERMA et al., 2018).

Em resumo, a termografia apresenta diversas vantagens no campo de diagnóstico de anomalias em edificações permitindo estudar áreas inacessíveis em um tempo relativamente curto. Entretanto, deve-se considerar como algumas de suas desvantagens a inexperiência do operador que poderá induzir a erros como o ângulo de inclinação da câmera, dentre outros.

ii) Veículo aéreo não tripulado (VANT) o emprego desses equipamentos na construção civil é promissor e se faz cada vez mais presente, como visto na literatura, devido as vantagens que as aeronaves agregam ao setor, a saber (FALORCA; LANZINHA, 2018): execução de tarefas em menor tempo, possibilidade de acesso a locais inacessíveis ou onerosos para as técnicas convencionais, maior precisão para as análises e os diagnósticos, segurança aos operadores, maior qualidade e diversidade nos dados gerados - os VANT's podem carregar câmeras para fotografias e filmagens em alta resolução, sistema de geolocalização, dentre outros, o que viabiliza sua aplicabilidade na inspeção e diagnóstico de manifestação patológicas em grandes obras de arte como pontes e barragens, monumentos, edifícios, torres e análogos – possibilitando, também a geração de modelos 3D, o monitoramento de produtividade, etc.

Para usufruir de todos os benefícios que um VANT tende a ofertar, o profissional que pretende utilizá-lo deve atentar aos condicionantes e cuidados a serem adotados durante e após a operação com o equipamento, como por exemplo, observância das regulamentações e legislação vigente no local de operação (ANAC, 2017), habilidades e competências do operador (para prevenir acidentes envolvendo outras aeronaves), conciliar o tempo de voo com a autonomia e estado de conservação da bateria (MOSLY, 2017). Durante o voo, os

A termografia e o uso de veículo aéreo não tripulado como instrumentos de auxílio no diagnóstico de manifestações patológicas em patrimônio cultural edificado

principais problemas que podem surgir estão atrelados às condições climáticas (ventos com velocidade superior a 30 km/h, luminosidade, altitude, chuvas, etc.) e a disposição de obstáculos (HORUS AERONAVES, 2017) já que esses fatores influem tanto na qualidade dos produtos gerados quanto na estabilidade da aeronave e podem, também interferir na comunicação entre equipamento/ operador.

## ESTUDO DE CASO: CAPELA DE SANTA TERESINHA

Sob o comando do Tenente Coronel João Franco de Couto, devoto de Santa Teresinha, iniciou-se em 29 de julho de 1926, a construção da capela em devoção à mesma (vide Figura 1), considerada como “Santa dos Tempos Modernos”, cuja canonização ocorreu no ano anterior. Característica que a diferenciou das demais edificações religiosas militares que, por tradição, possuíam como protetores São Jorge ou Santo Expedito. A referida construção figura como a segunda instituição religiosa no Brasil, erigida em honra à Santa, sendo a primeira, situada na cidade de Taubaté, no estado de São Paulo (JUIZ DE FORA, 1997, p.176).

Sua inauguração ocorreu em 2 de outubro de 1927, guardando a tradição herdada dos portugueses quanto à locação dos templos católicos, uma vez que a edificação era visível à grandes distâncias e implantada em topografia que exaltava sua “proximidade” ao céu. Seu interior possui grande relevância (vide Figura 2), contando com pinturas parietais de artistas importantes da cidade, na época de sua construção.

Figura 1. Capela de Santa Teresinha.

Fonte:  
Os autores.







**Figura 2.** Interior da Capela de Santa Teresinha.

**Fonte:** Os autores.

A edificação foi tombada como patrimônio histórico-cultural em nível municipal em 06 de agosto de 1999 por meio do Decreto nº 6.501, tendo indicada a proteção legal e inscrição no Livro do Tombo somente de sua volumetria construtiva e fachadas. No entanto, seu interior está em processo de tombamento iniciado no ano de 2014. Por meio de inspeção visual foi realizado diagnóstico para determinação das principais manifestações patológicas da edificação, sendo, posteriormente, elaborado o mapeamento de danos (vide Figura 3) sendo possível, resumidamente, constatar:

i) Fachada frontal (Figura 3a) apresenta desgaste e perda de camada pictórica, infiltração de água e colonização de microorganismos junto ao vitral bem como, fissura oriunda do recalque de fundação sofrido pela edificação, que pode ser observada também pelo lado interno da parede. Além disso, as mísulas, elementos escultóricos ao redor da cobertura, esculpidos em alvenaria e revestidos com massa, apresentam em alguns pontos, desprendimento da argamassa e perda de seção;

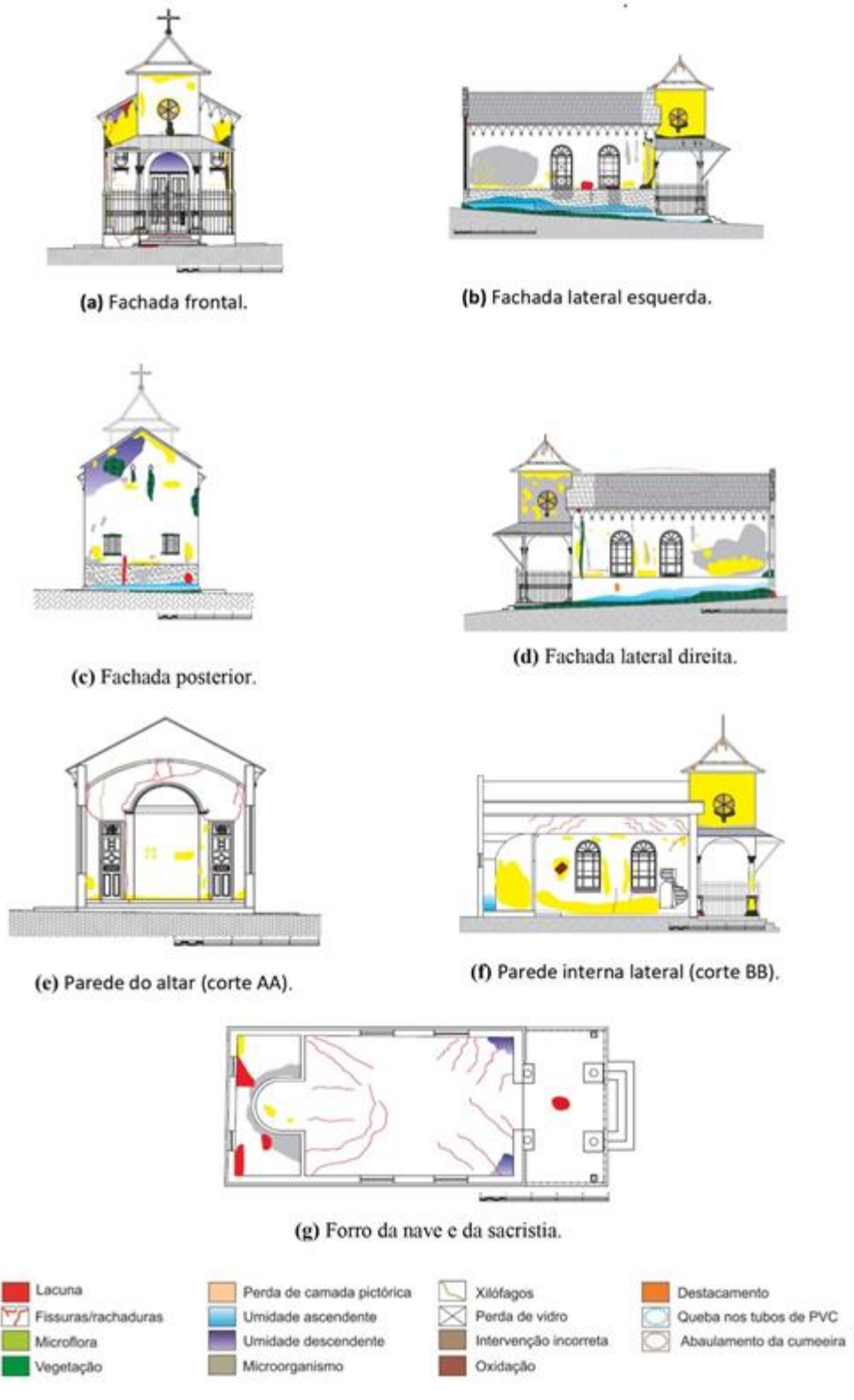
ii) As duas fachadas laterais (Figuras 3b e 3d) apresentam manifestações patológicas semelhantes, sendo observados: desgaste e perda da camada pictórica, pontos com desprendimento do emboço, sujidade generalizada, umidade ascendente (favorecida pela presença do barrado em chapisco que dificulta a “respiração” das paredes), presença de microorganismos, vegetação de pequeno porte junto à base e fissuras mapeadas oriundas da associação de movimentações higrotérmicas diferenciadas entre o revestimento e a estrutura;

iii) Na fachada posterior (Figura 3c) além dos danos mencionados anteriormente, há a presença de microflora e oxidação das grades ao redor dos vãos das janelas, lacunas no óculo e perdas de seção no ressalto de concreto no embasamento da edificação, deixando a alvenaria exposta;

A termografia e o uso de veículo aéreo não tripulado como instrumentos de auxílio no diagnóstico de manifestações patológicas em patrimônio cultural edificado

**Figura 3.** Mapeamento de danos.

Fonte: Os autores.



iv) As paredes internas da edificação (Figura 3e e 3f) apresentam perda de camada pictórica e de partes das pinturas parietais, desprendimento do reboco, fissuras oriundas de movimentação higroscópica e sujidades aderidas oriundas do acúmulo de fezes de aves. No entanto na parede do altar mor, percebe-se a existência de fendas próximas aos vãos e ao arco-do-cruzeiro, que perpassam a estrutura de alvenaria autoportante (e podem ser visualizadas também do interior da sacristia) decorrente de recalque de fundação. Situação agravada pela movimentação de veículos pesados ao redor da capela, causando vibrações, aumento do recalque e expansão das fendas;

v) O forro de estuque da nave (Figura 3g) apresenta fissuras nos quatro cantos oriundas do recalque da fundação e da sobrecarga do telhado, cuja estrutura está comprometida. Além disso, nota-se a existência de um ninho de aves em seu interior e sobre as fissuras. Foram verificadas ainda manchas de umidade, com microflora, advindas de infiltração pela cobertura. O forro de madeira da sacristia encontra-se completamente degradado, devido à presença de insetos xilófagos, umidade descendente e presença de inúmeras aves, cujos excrementos aceleram o apodrecimento das peças.

A fim de complementar as análises efetuadas acerca das anomalias presentes no objeto de estudo, empregou-se as ferramentas digitais:

i) Imagens termográficas: empregou-se uma câmera modelo FLIR ThermaCAM b4os que opera no domínio de espectro eletromagnético 7.5 – 13  $\mu\text{m}$ , sendo classificada na categoria de alta sensibilidade (0.10 °C), produzindo imagens infravermelhas claras;

ii) Imagens aéreas (VANTs): foi empregado um drone modelo “Phantom 4” que possibilita obter diversos resultados que auxiliam nas etapas de documentação, diagnóstico e intervenção no bem objeto de estudo.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

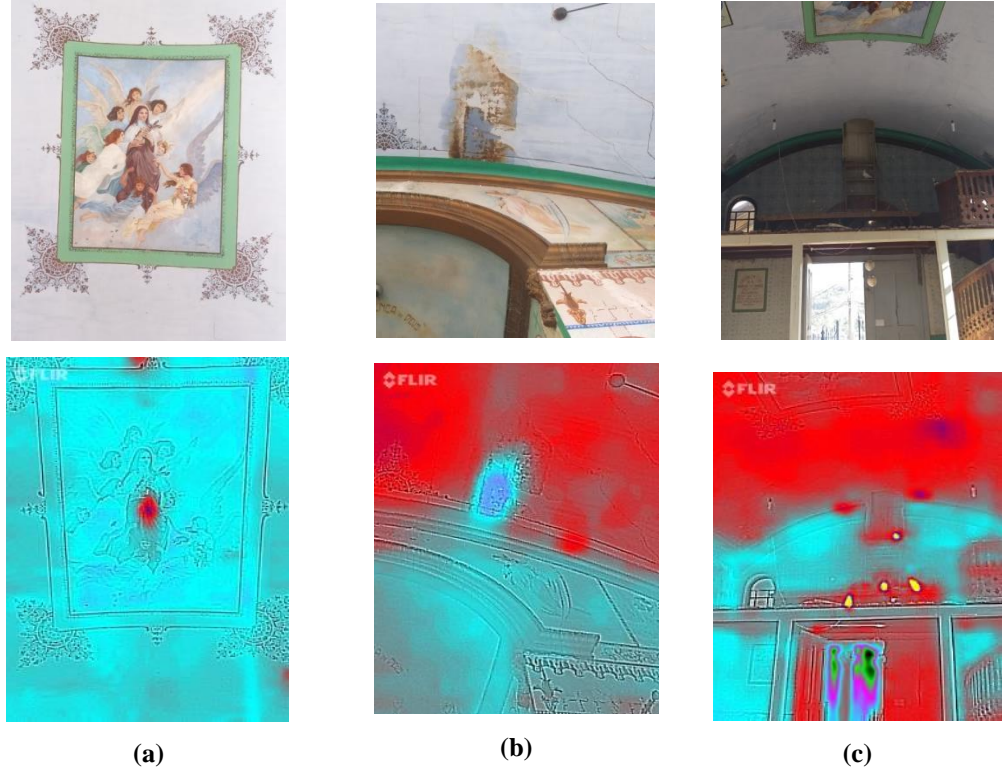
Através das imagens termográficas (vide figura 4) foi possível verificar a presença de umidade em pontos antes não identificados na análise visual, o que possibilita um estudo mais aprofundado para subsidiar as intervenções a serem efetuadas bem como, permite a confirmação da presença de umidade em pontos visivelmente degradados (b) e a presença de aves no interior do forro (c).

O emprego do VANT possibilitou uma investigação mais detalhada, na qual primeiramente, foram obtidas imagens da cobertura (local de difícil acesso) já que a mesma está correlacionada ao aparecimento de danos verificados no interior da edificação. Sendo possível assim, constatar o bom estado de conservação das telhas que apresentam somente sujidades aderidas. Entretanto há telhas faltantes na ornamentação (vide figura 5) do frontão. A precisão das informações obtidas possibilitou a visualização da “movimentação” das telhas decorrente do recalque sofrido pela edificação, ocasionado pela vibração excessiva gerada pelo tráfego de veículos pesados na região adjacente ao objeto de estudo, bem como o apodrecimento da estrutura do telhado, fator que possibilita a infiltração de água na edificação. Nota-se ainda, o abaulamento da cumeeira e de uma das águas, sendo elementos indicativos do comprometimento estrutural de seu madeiramento. Quanto à cobertura da torre, em latão, é possível verificar pontos de oxidação em suas quatro águas.

A termografia e o uso de veículo aéreo não tripulado como instrumentos de auxílio no diagnóstico de manifestações patológicas em patrimônio cultural edificado

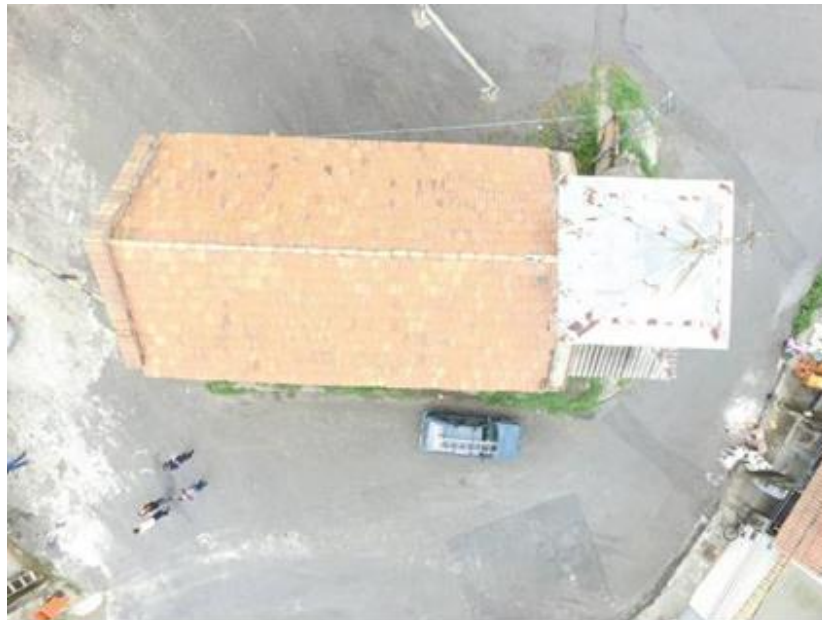
**Figura 4.** Imagens termográficas obtidas.

**Fonte:**  
Os autores.



**Figura 5.** Imagens da cobertura, obtidas pelo VANT.

**Fonte:** Os autores.



O VANT, por meio da fotogrametria, concebeu uma nuvem de pontos que viabiliza, através do emprego de softwares para compatibilização e simplificação, a integração com a plataforma BIM, servindo de base para a modelagem da edificação e, conseqüentemente, auxiliando nas etapas de intervenção e gestão (vide figura 6)





**Figura 6.** Nuvem de pontos fotogramétrica extraída e gerada pelo VANT.

**Fonte:** Os autores.

Por meio do aplicativo “Drone Deploy” (que é uma ferramenta gratuita disponibilizada para planejamento e execução de voos com este tipo de equipamento) vinculado a um smartphone com sistema Android, foi realizado o escaneamento 3D pelo próprio equipamento. A varredura foi realizada através de programação no referido aplicativo, com voos orbitais associados ao recurso de temporizador da câmera. Esse procedimento permitiu a extração de um modelo geométrico tridimensional no formato “.obj” (vide figura 7). Nele pode-se verificar a relação entre a edificação e seu entorno, bem como sua topografia, fator que contribui diretamente no surgimento e agravamento das principais manifestações patológicas existentes. Isto ocorre, pois a inclinação do talude e a deficiente drenagem superficial permitem a infiltração da água na infraestrutura da edificação causando o carreamento do solo e favorecendo o recalque diferencial nas extremidades da fundação rasa (ou seja, sapata).

O modelo do VANT empregado possibilitou a elaboração de um mapa NDVI para fins de monitoramento da qualidade da vegetação presente no talude (Figura 8), sendo uma análise relevante visto que sua presença e integridade podem interferir na estabilidade do elemento e estão intimamente relacionadas com o controle de possíveis processos erosivos. Verificou-se, portanto, que há predomínio de vegetação rasteira, com áreas de solo exposto e alguns pontos com vegetação mais densa de qualidade variável entre “regular” a “boa”, não configurando um risco iminente de erosão.

**Figura 7.** Modelo geométrico tridimensional obtido por escaneamento 3D.

**Fonte:**  
Os autores.



**Figura 8.** Mapa NDVI gerado pelo VANT.

**Fonte:** Os autores.



## CONCLUSÕES

Neste artigo abordou-se os benefícios e cuidados na utilização das tecnologias da termografia e dos “drones” no diagnóstico das anomalias nas edificações onde constatou-se entre as principais vantagens: agilidade, acesso a locais de difícil alcance, maior precisão na investigação das manifestações patológicas, além de fornecer dados através de métodos não destrutivos, o que é essencial na avaliação de um edifício histórico, objeto de estudo do presente trabalho.

Porém, deve-se considerar que existem algumas condicionantes no emprego dessas ferramentas a fim de assegurar uma coleta de dados segura do objeto de estudo, principalmente no que se refere a qualificação profissional tanto no uso dos equipamentos quanto no processamento e análise dos dados para o êxito da investigação.

A termografia é uma tecnologia cuja utilização ocorre majoritariamente nas áreas de medicina, engenharia elétrica e eletroeletrônica. O uso de VANTs por sua vez, é mais difundido no campo das engenharias sendo estes aplicados em levantamentos topográficos, mapeamentos para planejamento e gestão de novas construções, monitoramento de rodovias, e uso para fins agrícolas, por exemplo. No entanto, a adoção destas tecnologias na área de conservação e restauro ainda é restrita, e quando ocorre se dá por parte de grandes empresas, o que se deve principalmente ao elevado custo inicial dos equipamentos e a necessidade de mão de obra qualificada para a operação e interpretação dos dados obtidos.

Com isto, muitas vezes a metodologia de diagnóstico do estado de conservação das edificações fica restrita à inspeção visual, que apesar de fundamental, pode ser mais rápida e assertiva se realizada em conjunto com estas e outras tecnologias. Desta forma, deve-se fomentar que estas ferramentas sejam aplicadas com maior frequência no campo da preservação do patrimônio cultural, considerando as perspectivas promissoras decorrentes da eficiência e qualidade dos produtos gerados.

### **Referências Bibliográficas**

ANAC -AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **Orientações para usuários de drones**, 2017. Disponível em: <<https://www.anac.gov.br/noticias/2017/cartilha-fornece-orientacoes-aos-usuarios-de-drones>>. Acesso em 18 ago. De 2020.

BALARAS C.; ARGIRIOU A. Infrared thermography for building diagnostics. **Energy and Buildings**. n. 34, p. 171–83, 2002. DOI: 10.1016/S0378-7788(01)00105-0.

BARREIRA E.; ALMEIDA F.; DELGADO J. Infrared thermography for assessing moisture related phenomena in building components. **Construction and Buildings Materials**. n. 110, p. 251-269, 2016. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2016.02.026.

BONONI, W. T.; SILVA R. D. Modelagem geométrica no inventário dos bens patrimoniais: A Capela Imaculada Conceição. **Gestão e Tecnologia de Projetos**. v.1, n. 1, p. 67- 82, 2016. DOI: 10.116/gtp.v14i1.152812

CABRERA V.; VIZCAÍNO R.; MIGUEL A. A functional structure for state functions of moisture transfer in heritage building elements. **Journal of Building Engineering**. n. 29, 2020. DOI: 10.1016/j.jobee.2020.101201.

FALORCA, J. G. F.; LANZINHA, J. C. G. **A utilização de drones como ferramenta tecnológica emergente para a inspeção técnica da envolvente de edifícios: revisão e ensaio decampo**, 2018,

A termografia e o uso de veículo aéreo não tripulado como instrumentos de auxílio no diagnóstico de manifestações patológicas em patrimônio cultural edificado

Porto/ Portugal. ANAIS do Congresso Construção: Reabilitar e construir de forma sustentável. FEUP, Porto, 2018.

GOMES, M. E. A.; XAVIER, T. J. B; FRANCISCO, R. A. **Levantamento e cadastramento de patologias estruturais utilizando fotografias termográficas e drones na composição de banco geográficos.** Programa de Iniciação Científica-PIC/ UniCEUB : Relatórios de Pesquisa, n. 3, 2018.

HORUS AERONAVES. **As condições climáticas ideais para operar drones e coletar imagens.** Disponível em: <<https://horusaeronaves.com/as-condicoes-climaticas-ideais-para-operar-drones-e-coletar-imagens/>>. Acesso em: 18 ago. de 2020.

JUIZ DE FORA. **Decreto-lei nº 6501 de 06 de agosto de 1999.** Dispõe sobre o tombamento Capela de Santa Teresinha, localizada na rua Coronel Miranda, s/nº. Juiz de Fora: Câmara Municipal, 1999.

JUIZ DE FORA. **Prefeitura de Juiz de Fora. Processo Nº 4556-97.** Tombamento de imóvel à rua Coronel Miranda, s/nº - Capela de Santa Teresinha. Requerente: Comissão Permanente Técnico-cultural. Interessado: Capela de Santa Teresinha. Juiz de Fora, v. 01, 1997.

KEPNER, C; TREGOE, B. **The new rational manger.** New Jersey: Pinceton Research Press, 1997.

LERMA, C.; MAS, A.; GIL, E.; VERCHER, J.; PEÑALVER, M. Pathology of building materials in historic buildings. Relationship between laboratory testing and infrared thermography. **Materiales de Construccion.** n. 64, p. 313, 2014. DOI: 10.3989/mc.2013.06612.

LERMA, C.; MASA, A.; GILB, E; VERCHERA, J; TORNERB, E. Quantitative analysis procedure for building materials in historic buildings by applying infrared thermography. **Russian Journal of Nondestructive Testing.** v. 8, n. 54, p. 601-609, 2018. DOI: 10.1134/S1061830918080065.

MOSLY, I. Applications and issues of unmanned aerial systems in the construction industry. **International Journal of Construction Engineering and Management,** v.6, n. 6, p. 235–239, 2017.

PHILLIPSON, M.; EMMANUEL, R.; BAKER, P. The durability of building materials under a changing climate. **WIREs, Clim Change.** p.590-599, 2016. DOI: 10.1002/wcc.398.

SHEN, X.; LI, L.; CUI, W.; FENG, Y. Coupled heat and moisture transfer in building material with freezing and thawing process. **Journal of Building Engineering.** n. 20, p. 609–615, 2018. DOI: 10.1016/j.job.2018.07.026.

SARKIS, P. J.; SARKIS, J. M. **Uso de Drone em Inspeção e Definição de Recuperação em OAEs,** 2016, Rio de Janeiro/ Rio de Janeiro. ANAIS do IX Congresso Brasileiro de Pontes e Estruturas. ABPE, 2016.

SAVIZ, M.; LUC, C.; SAEED, M. Design strategies using multi-criteria decision-making tools to enhance the performance of building façades. **Journal of Building Engineering.** n.30, 2020. DOI: 10.1016/j.job.2020.101274.

VILLELA, A. T.; GUTIERREZ, R. L. Fotogrametria como base para o reconhecimento de cronologias urbanas e arquitetônicas. **Gestão e Tecnologia de Projetos.** v. 1, n. 1. P. 9-25, 2016. DOI: 10.11606/gtp.v14i1.149148.

Camila de Rezende Innocencio  
[camila.innocencio@arquitetura.ufff.br](mailto:camila.innocencio@arquitetura.ufff.br)

Lucca Oliveira Salzani  
[lucasalzani@gmail.com](mailto:lucasalzani@gmail.com)

Thales da Silva Soares Pereira  
[thalesilvasoarespereira@gmail.com](mailto:thalesilvasoarespereira@gmail.com)

Maria Teresa Gomes Barbosa  
[teresa.barbosa@engenharia.ufff.br](mailto:teresa.barbosa@engenharia.ufff.br)