FORMAR INTERDISCIPLINAR

Revista Formar Interdisciplinar | Sobral, CE | v. 19, n. 1, p. 15-21, 2023

e-ISSN 2317-2649

ARTIGO ORIGINAL

DOI 10.68714/w9qfe773

Termografia de infravermelho na identificação de manifestações patológicas em edificação multifamiliar

Infrared thermography in the identification of pathological manifestations in a multi-family building

Larissa Mara Gonçalves Mota[1], **Luis Anderson Conceição da Silva**[1*]

HISTÓRICO

Recebido: 3 dez. 2023
Aceito: 20 dez. 2023
Publicado: 21 dez. 2023

EQUIPE EDITORIAL

Editora responsável: Maria Sinara Farias
Avaliação: revisão por pares duplo-cego

AFILIAÇÕES

[1] Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário INTA (UNINTA), Campus Itapipoca, Itapipoca, CE, Brasil.
[*] Autor correspondente: engcivil.itapipoca@uninta.edu.br

COMO CITAR

MOTA, L. M. G.; SILVA, L. A. C. Termografia de infravermelho na identificação de manifestações patológicas em edificação multifamiliar. **Revista Formar Interdisciplinar**, Sobral, v. 19, n. 1, p. 15-21, 2023. DOI: https://doi.org/10.68714/w9qfe773.

RESUMO

Atualmente, existem diferentes métodos de ensaios não destrutivos utilizados para inspeção dos sistemas construtivos das edificações. Uma técnica em ascensão é a termografia de infravermelho, por ser capaz de detectar falhas internas nos sistemas construtivos. Ela é mais confiável do que apenas a inspeção visual e, quando combinada com outras técnicas, pode auxiliar no diagnóstico de manifestações patológicas. Dessa maneira, o presente estudo tem por objetivo identificar manifestações patológicas em elementos de concreto armado e demais sistemas construtivos de um condomínio residencial multifamiliar por meio da aplicação da termografia de infravermelho. Para isso, realiza-se a inspeção termográfica da edificação, coletando imagens termográficas que exibem a distribuição das temperaturas sobre a superfície dos elementos. Essas imagens permitem a identificação e o diagnóstico de manifestações patológicas a partir da quantificação e identificação das diferenças de temperatura observadas. Neste estudo, as imagens térmicas são analisadas qualitativamente. A investigação permite observar a predominância de manifestações patológicas ocasionadas por umidade, decorrente de infiltrações por falhas no sistema de cobertura utilizado no edifício em questão. É possível verificar que a aplicação da termografia de infravermelho na inspeção predial mostra-se como uma técnica eficaz e viável, podendo servir como ferramenta auxiliar em atividades diagnósticas de danos patológicos.

Palavras-chave: Manifestações Patológicas; Ensaio Não Destrutivo; Termografia de Infravermelho.

ABSTRACT

Currently, there are different non-destructive testing methods used to inspect building construction systems. A growing technique is infrared thermography, as it is capable of detecting internal damage in construction systems, being more reliable than just visual inspection, and when combined with other techniques it can help in the diagnosis of pathological manifestations. Therefore, the present study aims to identify pathological manifestations in reinforced concrete elements and other construction systems of a multifamily residential condominium through the application of infrared thermography. To this end, a thermographic inspection of the building is carried out by collecting thermographic images that display the distribution of temperatures on the surface of the elements. These images allow the identification and diagnosis of pathological manifestations based on the quantification and identification of observed temperature differences. In this study, thermal images are analyzed qualitatively. The investigation allows us to observe the predominance of pathological manifestations caused by humidity resulting from infiltrations due to failure in the roofing system used in the building in question. It is possible to verify that the application of infrared thermography in building inspection appears to be an effective and viable technique, and can serve as an auxiliary tool in the diagnosis of pathological damage.

Artigo publicado em acesso aberto sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0). © 2023 Revista Formar Interdisciplinar, UNINTA.

Keywords: Pathological Manifestations; Non-destructive Test; Infrared Thermography.

1 INTRODUÇÃO

São numerosos os estudos relativos à identificação e diagnóstico de manifestações patológicas no Brasil. Os altos prejuízos que surgem em consequência da ocorrência de manifestações patológicas, de anomalias construtivas e/ou negligências com manutenções periódicas, que podem causar danos pessoais e materiais significativos, além de prejuízos do ponto de vista patrimonial, certamente motivam essas investigações. Nesse contexto, são utilizadas técnicas de ensaios destrutivos e não destrutivos com a finalidade de detectar as manifestações patológicas.

Na inspeção predial, geralmente são utilizados ensaios não destrutivos, que são aqueles que não causam nenhum dano ao elemento investigado, com o objetivo de avaliar a sua integridade sem alterar as suas características físicas, químicas, mecânicas ou dimensionais (Abendi, 2019). Dentre esses ensaios, destaca-se a termografia de infravermelho. Essa técnica permite a medição de radiação emitida pela superfície dos objetos, apresentando-se vantajosa para a inspeção, pois fornece resultados em um rápido intervalo de tempo, sem a necessidade de contato físico com o objeto analisado. Além disso, a técnica permite detectar danos invisíveis a olho nu, ou seja, as falhas internas nos diversos tipos de sistemas construtivos (Santos; Rocha; Póvoas, 2019).

A termografia de infravermelho baseia-se no princípio de que a presença de defeitos sob a superfície do material causa uma resistência térmica, afetando a transferência do fluxo de calor no material e gerando diferenças na temperatura da superfície. Essas diferenças de temperatura ajudam a detectar anomalias na superfície do material, como fissuras, umidade, heterogeneidades e desprendimento da argamassa de reboco (Resende *et al.*, 2022).

A técnica supracitada consiste em realizar registros fotográficos por meio de uma câmera com sensores térmicos. A câmera termográfica identifica a radiação emitida por uma superfície e a converte em sinais elétricos que são exibidos na forma de uma imagem térmica, na qual diferentes cores correspondem a diferentes temperaturas, segundo uma escala definida (Lourenço; Matias; Faria, 2017). Conforme o tipo de inspeção, a termografia de infravermelho pode ser dividida em qualitativa e quantitativa. A análise qualitativa é aplicada com a finalidade de observar as diferenças de temperatura nas superfícies dos objetos em estudo, já a análise quantitativa é aplicada a fim de quantificar as variações de temperatura dos objetos em estudo (Oliveira *et al.*, 2022).

Nesse contexto, o presente estudo pretendeu identificar a ocorrência das principais manifestações patológicas em uma edificação habitacional multifamiliar por meio da termografia de infravermelho. A análise qualitativa foi aplicada nessa investigação.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Objeto de estudo

O objeto de investigação é um condomínio residencial multifamiliar, de 34 anos, composto por 01 bloco com 08 pavimentos, 38 apartamentos, laje de cobertura e caixa d'água. Caracteriza-se por ser uma edificação habitacional com instalações e equipamentos básicos, localizada em esquina de ruas asfaltadas de tráfego médio, com saneamento, abastecimento de água, energia elétrica, iluminação pública e demais benfeitorias, localizada na cidade de Fortaleza, Ceará.

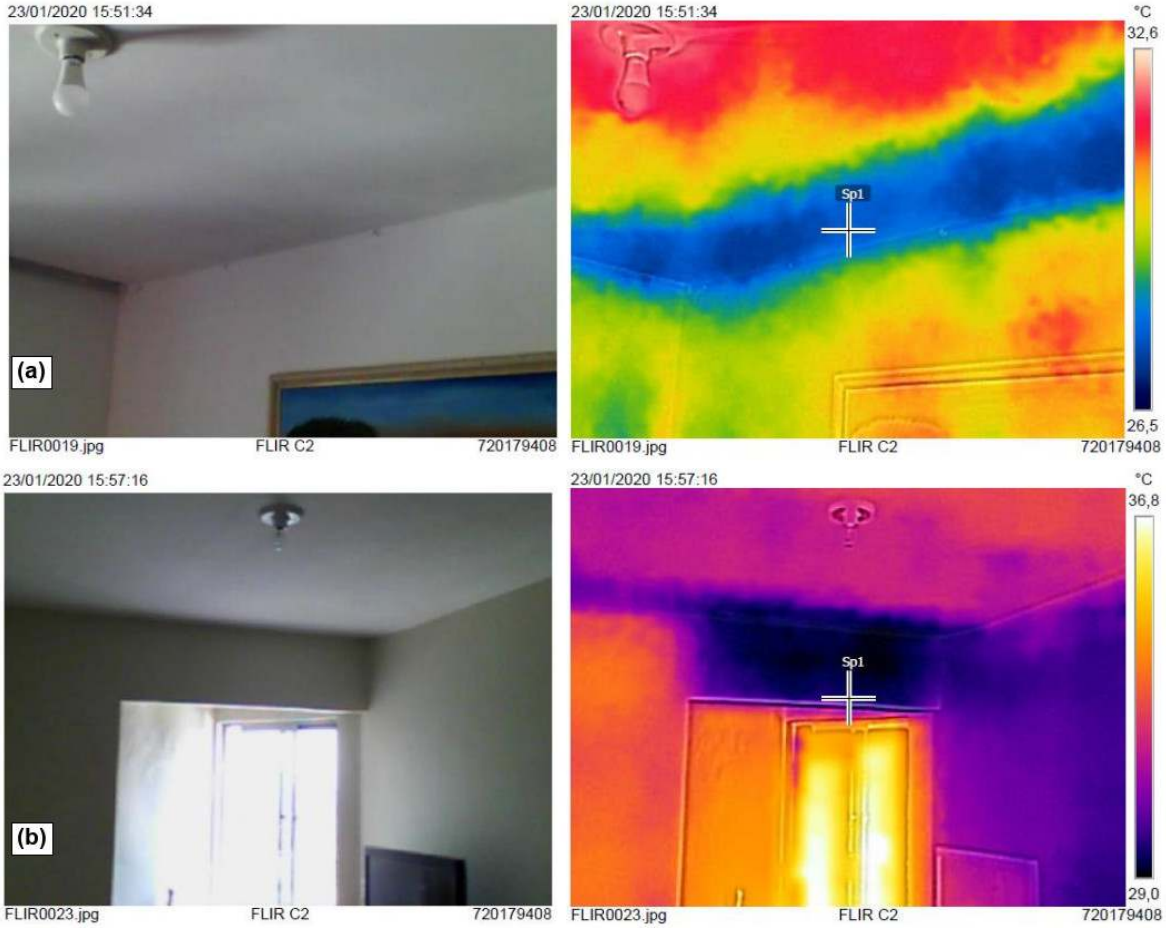
2.2 Inspeção da edificação

Para identificar as principais manifestações patológicas fez-se uso da técnica de termografia de infravermelho durante inspeção predial realizada, conforme as diretrizes da Norma de Inspeção Predial do IBAPE (2012) e da Norma de Manutenção em Edificações – NBR 5674 (ABNT, 2012). O edifício foi inspecionado visualmente e por imagens térmicas infravermelhas. O estudo foi conduzido como uma análise termográfica qualitativa, com foco na avaliação de padrões térmicos e danos. A análise qualitativa não considera os valores absolutos das medidas de temperatura. Uma câmera térmica portátil (modelo: FLIR ONE; resolução térmica: 160 ×120 pixels; HFOV: 57º; abertura: f/1.1) é utilizada para inspecionar o edifício.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

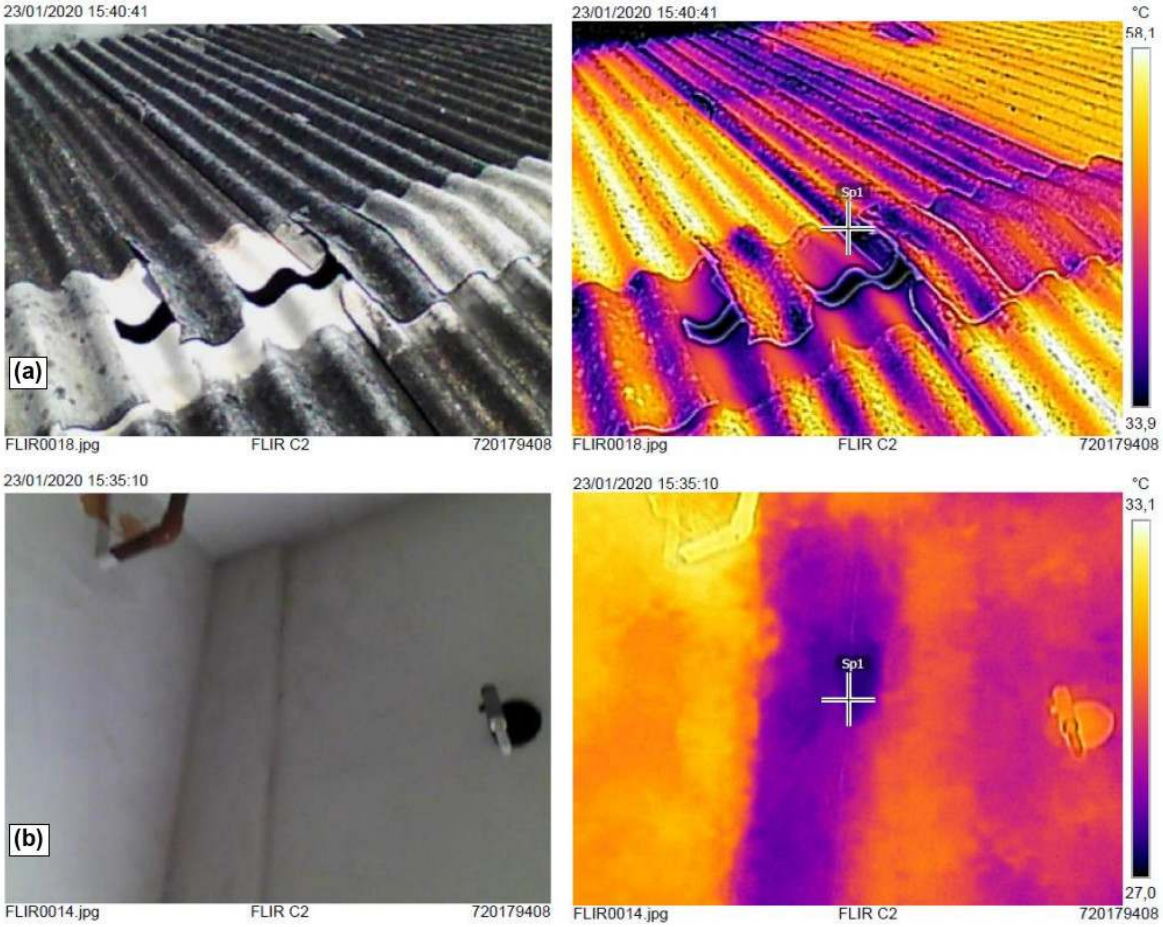
Na investigação realizada foram encontradas, principalmente, manifestações patológicas provocadas pela presença de umidade, ocasionadas por infiltrações, tais como: manchas de umidade, presença de microrganismos e destacamento de revestimentos e pinturas. Os registros fotográficos obtidos por termografia de infravermelho podem ser observados nas Figuras de 1 a 4, com a imagem real à esquerda e o termograma para o mesmo local, à direita.

Figura 1. Imagens convencionais (esquerda) e termogramas equivalentes (direita) dos principais danos identificados: (a) Infiltrações; (b) Infiltrações.



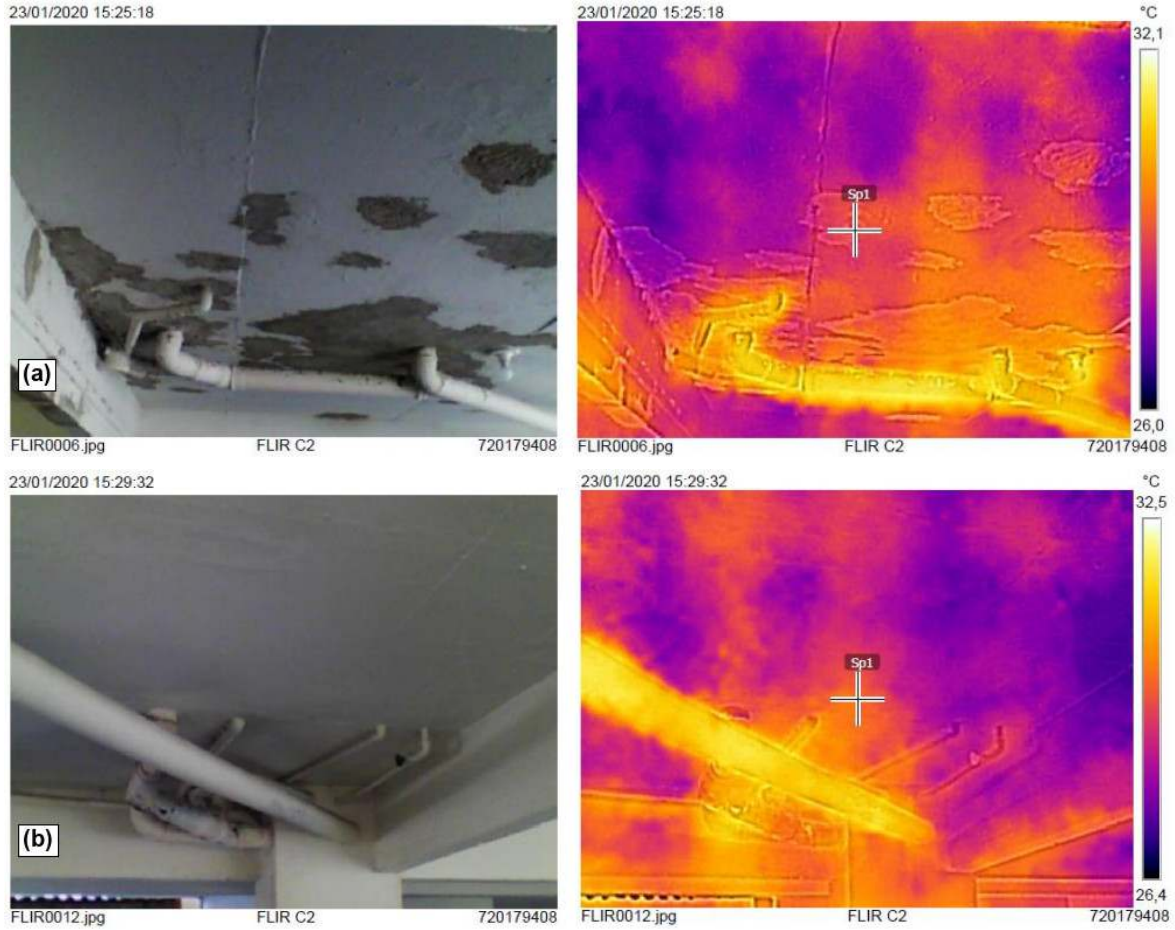
Fonte: autoria própria.

Figura 2. Imagens convencionais (esquerda) e termogramas equivalentes (direita) dos principais danos identificados: (a) Infiltrações e vazamentos; (b) Infiltrações.



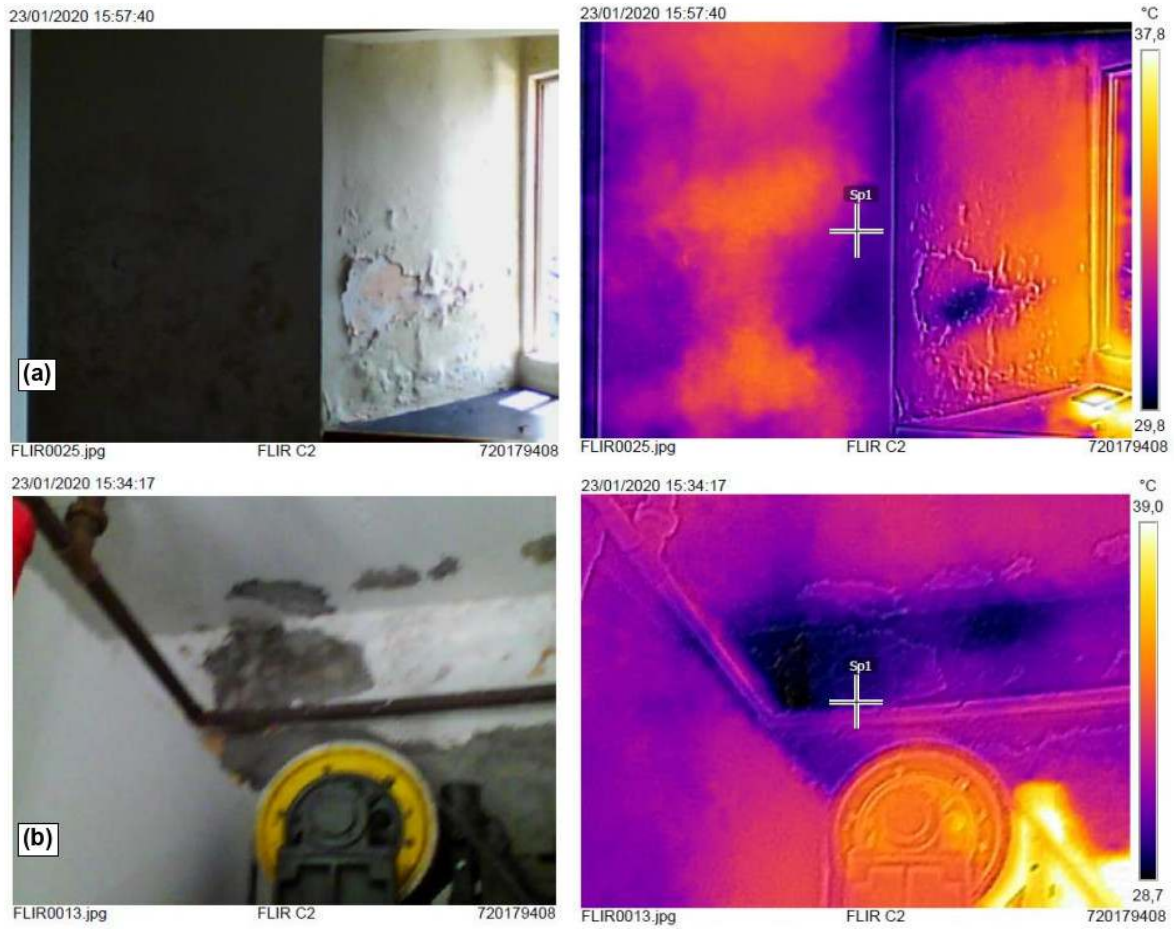
Fonte: autoria própria.

Figura 3. Imagens convencionais (esquerda) e termogramas equivalentes (direita) dos principais danos identificados: (a) Infiltração; (b) Infiltração.



Fonte: autoria própria.

Figura 4. Imagens convencionais (esquerda) e termogramas equivalentes (direita) dos principais danos identificados: (a) Umidade excessiva; (b) Umidade.



Fonte: autoria própria.

As infiltrações apresentadas no apartamento de cobertura (Figura 1a) devem-se à falta de uso de "chapim" na platibanda do edifício (Figura 1a), além da deficiência no sistema de impermeabilização na fachada da edificação. Telhas quebradas na cobertura do prédio também constituem um dos principais fatores que ocasionam infiltrações (Figura 2a). Infiltrações no sistema estrutural (pilar) podem afetar posteriormente a integridade da estrutura como um todo, devido ao surgimento de corrosão do aço (Figura 2b).

A Figura 3a mostra uma infiltração generalizada, provocando destacamentos de revestimentos e pintura, enquanto a Figura 3b apresenta infiltração na laje, a qual requer atenção especial. Observa-se, na Figura 4a, a presença de umidade na região de tubulações hidráulicas, o que pode indicar falha no sistema de vedação dessas tubulações. Nota-se uma falha no sistema de impermeabilização da laje da caixa d'água no termograma exibido na Figura 4b.

É evidente que a termografia de infravermelho pode ser aplicada no monitoramento e no diagnóstico das condições dos edifícios, possibilitando a identificação precoce de anomalias, evitando o agravamento e o aumento dos custos de reparo. Isso se deve ao fato de que a termografia aplicada aos edifícios fornece informações sobre visualização de perdas de energia, detecção de falhas ou ausência de isolamento térmico, vazamento de ar, identificação de fontes de umidade, detecção de mofo, identificação das chamadas pontes térmicas, localização de infiltração, tubulações e elementos estruturais ocultos, falhas construtivas e falhas em sistemas elétricos (FLIR, 2011).

Os resultados obtidos corroboram com aqueles apresentados por Rocha, Santos e Póvoas (2020) e Lerma, Cabrelles e Portalés (2011), que indicam que as principais manifestações patológicas e/ou anomalias detectadas em edificações utilizando a termografia de infravermelho estão relacionadas à presença de umidade. Além disso, concordam com as análises de Burity Filho *et al.* (2021) e Barreira *et al.* (2016), os quais verificaram que, por meio da simples inspeção visual ou da visualização da imagem convencional, não é possível constatar a presença de manifestações patológicas, já que o elemento construtivo, em sua maioria, permanece com um estado similar ao seu original. Entretanto, com a análise dos termogramas para esses mesmos locais, nota-se a presença de áreas úmidas pela variação de temperatura exibida, tornando possível a investigação das causas dessa umidade presente.

4 CONCLUSÃO

A avaliação qualitativa dos termogramas permite identificar danos nos elementos estruturais e em outros sistemas, como problemas de umidade. Além disso, foi possível identificar elementos de construção compostos por diferentes materiais devido às diferenças de temperatura observadas.

Este estudo demonstra que a técnica não destrutiva de termografia de infravermelho é eficiente para apoiar as atividades de investigação de problemas patológicos. Sendo uma técnica rápida e prática na inspeção dos elementos de diversos sistemas construtivos das edificações, é mais eficiente do que a inspeção visual isolada. Além disso, a aplicação dessa técnica permite a detecção de anomalias e falhas sem a necessidade de instalação de estruturas temporárias (andaimes), minimizando a exposição de trabalhadores a riscos de queda em altura e reduzindo os custos durante as atividades diagnósticas de inspeção.

Assim, é possível concluir que a combinação dos resultados obtidos pelos termogramas com as demais técnicas comumente empregadas durante a inspeção predial não apenas possibilita a identificação de danos nas construções, mas também auxilia na determinação dos procedimentos adequados para a execução de ações de manutenção na estrutura física da edificação.

DECLARAÇÕES

Contribuição dos autores: Todos os autores participaram da concepção do estudo, da coleta e análise dos dados e da redação do manuscrito, revisaram e aprovaram a versão final.

Conflito de interesses: Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Financiamento: Esta pesquisa não recebeu financiamento específico.

Disponibilidade de dados: Os dados que sustentam os resultados estão apresentados no próprio artigo.

REFERÊNCIAS

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5674: Manutenção de Edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção.** Rio de Janeiro, 2012.

ABENDI, Associação Brasileira de Ensaios Não Destrutivos e Inspeção. **Ensaios não destrutivos.** 2019. Disponível em: http://www.abendi.org.br/abendi. Acesso em: set. 2021.

BARREIRA, E.; ALMEIDA, R. M. S. F.; DELGADO, J. M. P. Q. Infrared thermography for assessing moisture related phenomena in building components. **Construction and Building Materials**, v.110 (1), p. 251–269, 2016.

BURITY FILHO, R. L. B.; LUNA, Y. H. D. M.; LIMA FILHO, M. R. F.; ATHAYDE JUNIOR, G. B. Aplicação da termografia na identificação de infiltrações e tubulações para condução de água fria e água quente embutidos em alvenaria. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, 2021.

FLIR, Systems. **Thermal Imaging Guidebook for Builing and Renewable Energy Applications**. 2011.

IBAPE, Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo. **Inspeção Predial: check-up predial:** guia da boa manutenção, 3 ed. São Paulo: Livraria e Editora Universitária de Direito, 2012.

LERMA, J. L.; CABRELLES, M.; PORTALÉS, C. Multitemporal thermal analysis to detect moisture on a building façade. **Construction and Building Materials**, v. 25, n. 5, p. 2190-2197, 2011.

LOURENÇO, T.; MATIAS, L.; FARIA, P. (2017). Anomalies detection in adhesive wall tiling systems by infrared thermography. **Construction and Building Materials**, 148, 419–428, 2017. Disponível em: https://doi:10.1016/j.conbuildmat.2017.05.052.

OLIVEIRA, W.; ZANGUINI, P.; MOREIRA, L.; PAVON DE LA FE, E. Influência do tipo de revestimento na avaliação de Umidade Ascensional com Termografia de Infravermelho. **RCT - Revista de Ciência e Tecnologia**. v. 8, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.18227/2447-7028rct.v8i07259.

RESENDE, M. M.; GAMBARE, E. B.; SILVA, L. A.; CORDEIRO, Y. S.; ALMEIDA, E.; SALVADOR, R. P. Infrared thermal imaging to inspect pathologies on façades of historical buildings: A case study on the Municipal Market of São Paulo, Brazil. **Construction Materials**, v. 16, Jun. 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01122. Acesso em: 3 dez. 2023.

ROCHA, J. H. A.; SANTOS, C. PÓVOAS, Y. Detecção de infiltração devido a causas acidentais com termografia infravermelha: Estudo de caso. **Revista Construindo**, v. 12, n. 1, p. 46-55, 2020.

SANTOS, C. F.; ROCHA, J. H. A.; PÓVOAS, Y. V. Utilização da termografia infravermelha para detecção de focos de umidade em paredes internas de edificações. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 19, n. 1, p. 105-127, 2019.