

USO DA TERMOGRAFIA POR INFRAVERMELHO COMO FERRAMENTA PARA VALIDAÇÃO DE FALHAS EM SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO

Trabalho de Perícia ou Inspeção Predial

POLLYANA DE SOUSA CARVALHO
ANDRIELLI MORAIS OLIVEIRA

João Pessoa - PB
2025

REALIZAÇÃO:



PATROCÍNIO:



USO DA TERMOGRAFIA POR INFRAVERMELHO COMO FERRAMENTA PARA VALIDAÇÃO DE FALHAS EM SISTEMA DE IMPERMEABILIZAÇÃO

RESUMO

O uso da termografia infravermelha tem se consolidado como uma importante ferramenta diagnóstica na identificação de manifestações patológicas no ambiente da construção civil. A metodologia adotada consistiu na realização de inspeção técnica em imóveis objeto de ação judicial e utilizando equipamento específico com tecnologia, como a câmera termográfica modelo FLIR. Assim o trabalho foi realizado em empreendimentos vinculados ao programa Minha Casa, Minha Vida, financiados por recursos do FGTS, que apresentaram falhas a partir do segundo ano após a entrega das unidades, sendo as perícias judiciais realizadas cerca de dez anos após a ocupação pelos usuários e serem enquadrados com beneficiários da Justiça Gratuita. O procedimento utilizado permitiu identificar variações térmicas associadas à presença de umidade, viabilizando a validação das falhas constatadas no sistema de impermeabilização. Foi possível validar as falhas identificadas e promover análise de responsabilidades, contribuindo para a identificação das origens das falhas com base no ciclo de vida da edificação, considerando as etapas de: planejamento, projeto, especificação e aquisição de materiais, execução, mão de obra, supervisão/fiscalização, uso/ocupação e manutenção. Conclui-se enfatizando a eficácia e a aplicabilidade da termografia por infravermelho nas perícias judiciais, tanto para a detecção de focos de umidade/infiltração quanto para a apuração de responsabilidades.

Palavras-chave: Termografia por infravermelho, Manifestações patológicas, Impermeabilização.

REALIZAÇÃO:



PATROCÍNIO:



SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	4
2. METODOLOGIA.....	9
3. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	10
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	14
5. REFERÊNCIAS.....	14

REALIZAÇÃO:



PATROCÍNIO:



1. INTRODUÇÃO

A estanqueidade dos sistemas e componentes das edificações são aspectos essenciais para assegurar o desempenho e a segurança estrutural das edificações e imóveis. Além disso, no específico do sistema de impermeabilização, a umidade também pode comprometer não apenas a estética, mas também a valorização, funcionalidade, habitabilidade e a saúde dos usuários.

Muitos materiais para sistema de proteção à umidade veem sendo desenvolvidos para proteção das edificações. Eles são base de poliuretano, ureia, asfalto, polimérico e cimentícios, dentre outros (Poliana, citar um exemplo de cada material e outros na literatura internacional e nacional e do IBI também). Contudo, Souza (2008) observa que as manifestações patológicas referentes à umidade podem se relacionar a todas as fases de vida de uma edificação e que a escolha dos materiais, os procedimentos executivos e os tipos de sistemas construtivos adotados auxiliam na prevenção do surgimento de manifestações patológicas referentes à umidade. Neste sentido, o desempenho das construções muitas vezes é comprometido por falhas que podem ocorrer nas fases de planejamento, projeto, execução, manutenção, entre outras; dessa forma o gerenciamento do conhecimento e da rastreabilidade dos processos é de grande importância, pois propicia o aumento do aprendizado, melhorando o desempenho das organizações e tornando-as capazes de alcançar suas metas (CUPERTINO, 2013).

Normas brasileiras como a NBR 9575:2010 – Impermeabilização – Seleção e projeto e ABNT NBR 9574:2008 – Execução de impermeabilização são essenciais para orientar a elaboração de projetos e a seleção de materiais para sistemas de impermeabilização. Essas normas se complementam, abordando aspectos técnicos e operacionais da execução do sistema, ressaltando a importância da compatibilização entre projeto, materiais e procedimentos de aplicação e enfatizam que a execução deve ser precedida de planejamento e preparo adequado das superfícies, além da observância das condições climáticas e especificações técnicas do projeto.

Além disso, essas normas estabelecem os princípios, critérios e exigências para a elaboração de projetos de impermeabilização, destacando a necessidade de integrar essa etapa desde o desenvolvimento do projeto executivo da edificação. Conforme essa norma, a impermeabilização deve ser tratada como um sistema técnico especializado, com definição de métodos, materiais e soluções adequadas às características da edificação e aos agentes de solicitação, como a presença de água, umidade, pressões hidrostáticas e variações térmicas. A ausência ou a má elaboração do projeto de impermeabilização está entre as principais causas de manifestações patológicas em edificações, como infiltrações, eflorescências, destacamento de revestimentos e deterioração de armaduras. A exemplo disso, podemos enumerar um conjunto de fatores a considerar na escolha dos materiais e sistemas de impermeabilização, tais como: porte e área da obra, empreendimento residencial ou comercial, condição do substrato (seco ou úmido), aplicação com aquecimento ou não, duração da execução, condições ambientais, mobilização de equipamentos, agentes de exposição e degradação, cronograma de obra, produtividade e qualificação da mão de obra local, oferta do produto e serviço de impermeabilização

escolhido, logística de canteiro, tipo de revestimento e proteção da impermeabilização. Contudo, especificidades poderão ocorrer (FILHO; SILVA; OLIVEIRA; CASCUDO, 2023)

Dados da literatura nacional também confirmar que Limitações no processo de projetos, obstáculos no fluxo de informações, erros em diretrizes para controle de informação documentada, erros em especificações e falhas na execução das edificações são apontados como possíveis fontes de desacertos que comprometem a vida em serviço das edificações (RIBEIRO et al., 2021; CUPERTINO; BRANDSTETTER, 2015; COTTA; ANDERY, 2018) e que oneram custos de pós-obra e de manutenção (RIBEIRO et al., 2021).

A NBR 9575 (ABNT, 2010) e NBR 9574 (ABNT, 2008) tratam respectivamente de projetos e execução de sistemas de impermeabilização. No entanto, algumas premissas e boas práticas de execução são preliminares a esta etapa. Neste sentido, o uso de técnicas não destrutivas (ND) para inspeção e soluções de problemas em campo relacionados à estanqueidade e impermeabilização, tanto no campo preventivo (durante a construção), quanto no campo de reabilitação e recuperação de construções vêm sendo utilizadas (OLIVEIRA; OLIVEIRA; BRANDSTETTER, 2023).

Chagas e Brandstetter (2018) também objetivaram identificar a origem de manifestações patológicas detectadas em solicitações de assistência técnica de uma construtora e chegaram no resultado de que 45,6% têm sua origem nas falhas de execução, seguidos de 26,9% em falhas de material, 21,3% no uso da edificação e somente 6,3% no processo de projeto. Assim, a origem dos problemas pode estar em várias etapas do processo de gestão e de construção do empreendimento.

Muitas vezes, falhas são decorrentes de múltiplos fatores interligados, ausência de projetos e como inadequações no projeto, seleção incorreta de materiais, falhas de execução, ausência de ensaios de controle e falta de manutenção preventiva. No contexto de investigações técnicas e periciais, a identificação de falhas de forma não destrutiva em sistemas de impermeabilização, ainda em fase de construção ou mesmo após a entrega em inspeções técnicas, representam uma oportunidade de investigação rápida, com boa assertividade e de custo acessível. Em geral, técnicas não destrutivas (ND) são comumente utilizadas para inspeção de sistemas, materiais e equipamentos que não danifiquem ou alterem as características químicas, físicas, mecânicas ou dimensionais e que não interfiram nas condições de uso após o processo de inspeção (ABENDI, 2019).

A técnica de termografia pode ser utilizada para várias finalidades, dentre elas, nos sistemas de fachadas que exercem funções relevantes para desempenho dos edifícios (SOUSA; SILVA, RODRIGUES; BAUER, 2025), sendo que a análise da ocorrência de anomalias em fachadas é essencial para a elaboração de estratégias para contribuir para a durabilidade desse sistema. Assim, a inspeção é uma etapa fundamental no estudo da degradação, relacionando o estado dos componentes, a exposição ambiental e as condições de uso da edificação (LOPE; SOUZA; SOUZA; SILVA, BAUER, 2023).

Santos, Rocha e Póvoas abordaram que a termografia infravermelha é um método bastante utilizado na inspeção de obras civis, tendo cada vez mais aplicações, entre as quais podem ser citadas: detecção de vazamentos de ar em construções (BARREIRA; ALMEIDA; MOREIRA, 2017; MAROY et al., 2016); estudo de manifestações patológicas em fachadas (SILVA, 2012; BAUER; PAVON, 2017;

BAUER et al., 2016; DE FREITAS; DE FREITAS; BARREIRA, 2014); estudo do desempenho térmico "de edificações (FERRARINI et al., 2016; O'GRADY; LECHOWSKA; HARTE, 2017); inspeção de pontes (REHMAN et al., 2016; ROCHA; PÓVOAS, 2017); estudo de manifestações patológicas e fenômenos associados a umidade em edificações (BARREIRA;ALMEIDA; DELGADO, 2016; LERMA; CABRELLES; PORTALÉS, 2011; OLIVEIRA, 2013; POBLETE; PASCUAL, 2007; BARREIRA; ALMEIDA; MOREIRA, 2017; LOURENÇO; MATIAS; FARIA, 2017), entre outros (ONUAGULUCHI; BANTHIA, 2017; AGGELIS et al., 2010; BAGAVATHIAPPAN et al., 2013).

A termografia infravermelha emprega termovisores (câmeras infravermelhas), que coletam e medem a intensidade da radiação infravermelha emitida pela superfície dos objetos e a converte em sinais elétricos, os quais através de equipamentos apropriados permitem obter imagens térmicas. Esta técnica, com base na análise do campo de temperaturas, permite identificar anomalias internas aos materiais (defeitos), porque a presença de defeitos causa uma resistência térmica, influenciando o transporte de calor no material, que pode ser detectada na superfície (BAUER; PAVÓN, 2015).

Conforme Silva, Milhomem e Bauer (2022), descrevem que a técnica de captura de imagem por termografia possibilita a identificação e mapeamento de falhas, no qual permite a classificação da intensidade e gravidade da anomalia, sendo uma avaliação que é realizada sem contato, não causando danos a superfície analisada, podendo ser feita à distância, em situações em que não há acesso físico ao defeito, e dispõe de resultados em tempo real.

Segundo Freitas, Carasek e Cascudo, pode-se destacar a termografia infravermelha, que produz uma imagem térmica, em que cada cor representa um nível de temperatura superficial dos objetos. Por meio da análise da figura obtida pelo equipamento, é possível identificar a existência de focos de umidade, anomalias, elementos ocultos, entre outros.

Camargos (2024) aborda o emprego da termografia infravermelha como ferramenta de inspeção e diagnóstico tem se destacado como uma abordagem inovadora e eficaz na engenharia civil. Esse método oferece a capacidade única de identificar variações térmicas em superfícies, revelando manifestações patológicas subjacentes que podem não ser perceptíveis a olho nu. Apesar de já amplamente adotada em países europeus, a técnica ainda é incipiente no Brasil (CORTIZO; BARBOSA; SOUZA, 2011).

Diante da potencialidade e dos resultados da termografia por infravermelho, ela deve ser aplicada considerando algumas condições. Sendo algumas dessas condições: o meio ambiente (condições ambientais), o equipamento utilizado (características da câmera térmica), a metodologia de avaliação (horário, ângulo de obtenção da imagem térmica, janelas de inspeção e outros), as propriedades do material analisado, a mão de obra e os dados obtidos no local, como, emissividade da superfície e temperatura aparente refletida. Uma técnica de diagnóstico extremamente útil desde que aplicada com o conhecimento técnico adequado, caso executada de forma incorreta, altera significativamente os resultados e, consequentemente, a análise. O avanço nas tecnologias por infravermelhos foi direcionado para a melhoria na capacidade de detecção da radiação infravermelha (maior sensibilidade térmica),

na criação e redução no tempo de resposta dos termogramas, no peso e na versatilidade do equipamento, no desenvolvimento de softwares e de aplicativos.

A técnica termográfica baseia-se na percepção do perfil de temperatura superficial pelo mecanismo de transferência de calor, uma vez que todo corpo com temperatura acima do zero absoluto (0 K ou $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$) emite radiação, devido à agitação térmica de seus átomos e moléculas (CORTIZO et al., 2008).

Altoé e Filho (2012) abordam que a técnica termográfica, em nível de aplicação, pode ser dividida em passiva e ativa. Na termografia passiva, é considerado que os objetos analisados contêm armazenamento interno de energia térmica ou são estimulados por uma fonte natural de calor, como energia solar. Enquanto na termografia ativa, os objetos em análise são submetidos a uma fonte artificial de aquecimento ou resfriamento, com o objetivo de provocar o fluxo de calor necessário para geração da imagem térmica.

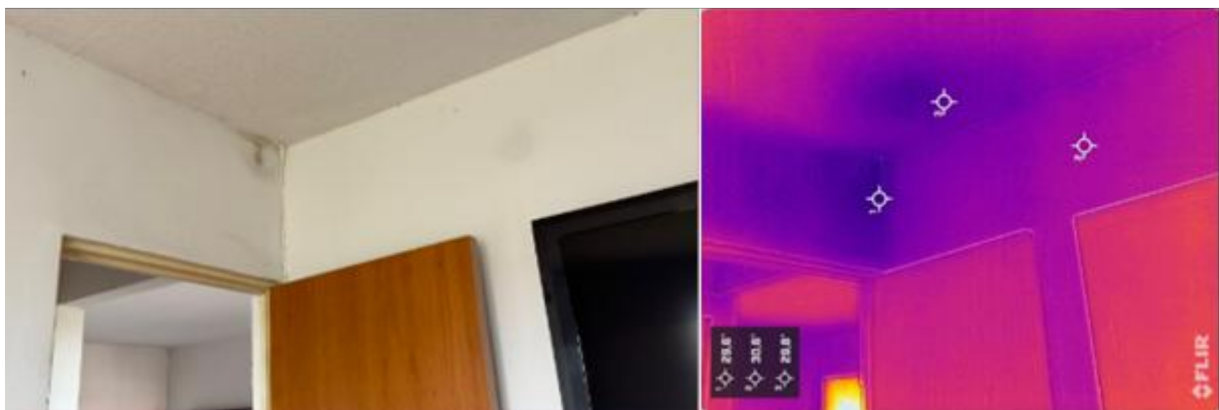


FIGURA 1: Detecção de uma infiltração no teto da edificação 1.
FONTE: Autoria própria, (2025).



FIGURA 2: Detecção de uma infiltração no piso da edificação 2.
FONTE: Autoria própria, (2025).

O sensor da câmera termográfica converte a radiação captada em pulsos elétricos, os quais são amplificados e convertidos em sinais digitais. Estes sinais são visualizados como imagens coloridas, em uma escala de cinza ou em cores

correspondentes a temperatura do objeto. Posteriormente, estas imagens podem ser analisadas por softwares específicos (SANCHES, 2009).

Já em relação ao método de análise, a técnica termográfica pode ser classificada em qualitativa e quantitativa. No primeiro caso, os termogramas gerados são comparados com padrões térmicos com intuito de localizar anormalidades nos perfis analisados. Enquanto no segundo caso, as medições de temperatura são usadas para determinar a gravidade da anomalia e como critério de definição das medidas de reparação necessárias (DINIS, 2009).

Verifica-se no momento um total de seis normas brasileiras voltadas para aplicação da termografia por infravermelho, como técnica não invasiva e não destrutiva, onde os documentos podem ser utilizados em áreas distintas, como em sistemas elétricos e na construção civil, conforme consta na tabela 1.

Tabela 1: Principais documentos nacionais relacionado as aplicações de monitoramento de condição utilizando a termografia por infravermelho.

TABELA 1 - Principais documentos nacionais relacionado as aplicações de monitoramento de condição utilizando a termografia por infravermelho				
Item	Número NBR / Ano	Título da norma	Descrição	Orgão de Normatização
1	ABNT NBR 16969: 2021	Ensaio não destrutivo - Termografia infravermelha - Princípios gerais	Princípios gerais para aplicação do método da termografia infravermelha	Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT
2	ABNT NBR 15424: 2016	Ensaio não destrutivo - Termografia - Terminologia	Definições dos termos	
3	ABNT NBR 16818: 2020	Ensaio não destrutivo - Termografia infravermelha - Procedimento para aplicações do método da termografia infravermelha	Diretrizes contendo as informações mínimas para a elaboração de procedimento escrito	
4	ABNT NBR 15572: 2013	Ensaio não destrutivo - Termografia - Guia para inspeção de equipamentos elétricos e mecânicos	Procedimentos para inspeção de equipamentos elétricos e mecânicos	
5	ABNT NBR 15763: 2009	Ensaio não destrutivo - Termografia - Critérios de definição de periodicidade de inspeção em sistemas elétricos de potência	Definição de critérios de periodicidade de inspeção por termografia de sistemas elétricos de potência	
6	ABNT NBR 15866: 2010	Ensaio não destrutivo - Termografia - Metodologia de avaliação de temperatura de trabalho de equipamentos em sistemas elétricos	Metodologia de avaliação térmica para equipamentos em sistemas elétricos	

FONTE: Adaptado de Bagavathiappan et al., (2013).

O emprego da termografia infravermelha como ferramenta de inspeção e diagnóstico tem se destacado como uma abordagem inovadora e eficaz na engenharia civil. Esse método oferece a capacidade única de identificar variações térmicas em superfícies, revelando manifestações patológicas subjacentes que podem não ser perceptíveis a olho nu (GRINZATO et al., 2011). Apesar de já amplamente adotada em países europeus, a técnica ainda é incipiente no Brasil (CORTIZO; BARBOSA; SOUZA, 2011). Diante disso, há uma carência de estudos no contexto brasileiro acerca da aplicação prática da termografia infravermelha. Este artigo destacar a importância e relevância da utilização da câmera termográfica como ferramenta assertiva em inspeções e diagnósticos de problemas de engenharia relacionados a ausência de estanqueidade em edificações. Assim, é o objetivo deste artigo é apresentar estudos de caso do uso da técnica da termografia por infravermelho foi utilizado com ferramenta para validação de problemas relacionados a estanqueidade em empreendimento vinculados ao programa Minha Casa, Minha Vida.

Para tanto, foram escolhidas 04 edificações residenciais unifamiliar do programa Minha Casa, Minha Vida nos bairros Jardim Canedo e Jardim dos Buritis, na cidade de Senador Canedo, Goiás. Estas edificações foram tiveram o Alvará de Construção emitido entre os anos de 2014 e 2015, a construção concluída nos anos subsequentes, os usuários ingressam com as ações/processos de ações judiciais 03

anos após o recebimento das chaves dos imóveis. Os usuários reclamavam de diversos vícios construtivos nas edificações dentre eles e mais predominantes problemas de estanqueidade e falhas no sistema de impermeabilização.

As perícias judiciais foram realizadas cerca de dez anos após a ocupação pelos usuários e serem enquadrados com beneficiários da Justiça Gratuita. Foram realizadas coleta de dados através de registros fotográficos e imagens termográficas realizadas nas edificações objeto de ações judiciais com alegação de vícios construtivos e falhas no sistema de impermeabilização, com utilização da câmera termográfica modelo One Pro da fabricante Flir.

2. METODOLOGIA

Neste trabalho, foram realizadas inspeções técnicas visuais e com uso de câmera termográfica em 04 imóveis financiados dentro da modalidade Minha Casa, Minha Vida, adquiridos entre meados de 2015 a 2016, localizados no município na região metropolitana de Goiânia.

As edificações analisadas possuem alvará de construção emitidos em 2015 e 2017, sistema construtivo tradicional, paredes em blocos cerâmico, pintura PVA interna e pintura texturizada nas paredes externas, revestimento cerâmico em todo piso e nas paredes das áreas molhadas (cozinha e banheiros) e cobertura em telha de fibrocimento sobre laje pré-moldada. As edificações possuem os seguintes ambientes (sala de estar/jantar, cozinha, quarto 1, quarto 2, banho social, quarto suíte, banheiro suíte, área de serviço e garagem), com área média de 75,00 m², conforme tabela 2. No qual os usuários das edificações identificaram problemas de infiltrações e vazamento no primeiro ano de uso das edificações, acionaram a assistência técnica da construtora, sendo que não foram adotadas soluções efetivas para as falhas apontadas, no terceiro ano foi realizado o ingresso de ação judicial relatando os vícios construtivos.

Tabela 2: Dados das edificações

TABELA 2 - Dados das edificações						
Identificação	Área construída (m ²)	Alvará de Construção	Carta de Habite-se	Entrega do Imóvel	Financiamento Caixa (R\$)	Ingresso da Ação
Edificação 1 - FMMC x ECM	72,83	22/06/2017	11/07/2017	14/11/2017	R\$ 120.000,00	14/03/2019
Edificação 2 - CJIS x PHCR	65,00	30/09/2015	03/02/2016	22/09/2016	R\$ 108.212,72	19/05/2021
Edificação 3 - STC x ECR	82,50	03/07/2015	13/05/2016	01/12/2016	R\$ 153.000,00	27/08/2019
Edificação 4 - MABZ x MSAM	73,60	Não fornecido	12/05/2015	23/06/2015	R\$ 102.400,00	01/08/2018

Na inspeção foi aplicada a técnica termográfica passiva (fluxo radiativo da estrutura física da edificação estimulado apenas pela energia do Sol), seguida de análise qualitativa dos termogramas, ou seja, verificação da presença de

anormalidades nos perfis de distribuição de temperatura dos componentes da edificação.

Foi utilizada uma câmara termográfica com as seguintes características técnicas: Modelo Flir One, faixa dinâmica de temperatura de -20°C a 400°C , resolução térmica de 160×120 (19.200 pixels), resolução visual 1440×1080 , faixa de temperatura de objetos -20 a 120°C , precisão de $\pm 3^{\circ}\text{C}$ ou $\pm 5\%$, fusão picture in picture e câmera visual com resolução de 19.2 MP.

Camargos (2024) menciona que no contexto da construção civil, a termografia se estabelece como um método de inspeção não destrutivo valioso, capaz de examinar a condição de materiais sem danificá-los ou demandar sua remoção. Por meio da análise termográfica, é possível mapear e detectar defeitos ou irregularidades, contribuindo para a identificação de problemas tanto estruturais quanto não estruturais, sem comprometer a integridade física dos materiais. O estudo de caso, a seguir exposto, busca oferecer uma visão tangível de como essa técnica pode ser empregada na engenharia diagnóstica e avaliar a aplicação desses conceitos técnicos à prática de uma inspeção.

A inspeção foi realizada entre novembro e maio de 2025, em um dia de céu aberto para melhorar a qualidade dos termogramas, mês com temperatura média do ar de 24°C . Todas as repartições das edificações foram vistoriadas, onde, as imagens que apresentaram padrões atípicos de distribuição de temperatura foram submetidas a análises mais detalhadas.

Na inspeção termográfica do edifício analisado foram gerados mais de 25 pares de imagens fotográficas e térmicas. Alguns termogramas com perfis de distribuição de temperatura interessantes, seja por revelar peculiaridades da distribuição de calor e validação das anormalidades e falhas no sistema de impermeabilização e estanqueidade de coberturas e telhados das edificações objeto das inspeções e periciais judiciais. De modo, que as imagens obtidas comprovam o principal problema / manifestação patológicas alegadas pelos usuários de infiltração nas paredes das edificações e falha na estanqueidade de coberturas e telhados, evidenciando a comprovação dos vícios através de métodos não destrutivos.

3. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Na Figura 3 é apresentado um ponto da edificação 1 com problemas construtivos visíveis, correspondente à base de uma parede do quarto suíte. A parede em questão (Ponto 1) apresentou temperatura menor à adjacente (Ponto 3) na ordem de $1,2^{\circ}\text{C}$. A menor temperatura da parede com falha no sistema de impermeabilização está associada provavelmente a presença de umidade em excesso no material construtivo. Deve-se atentar ao fato que a temperatura correspondente ao ponto com problemas aparentes foi verificada na região basal da parede, o que pode levar a evolução da patologia visível e perdurando ao longo dos anos.



FIGURA 3: Parede do quarto suíte da edificação 3.
 FONTE: Autoria própria, (2025).

Na Figura 4 é possível observar o perfil de temperatura da área de serviço da edificação, onde os pontos 1 (Ponto 1) e ponto 3 (Ponto 3) representam temperaturas das áreas comprometidas com presença de umidade, respectivamente. A parede em questão já apresenta destacamento da pintura, evidencia algumas manifestações patológicas. Foi registrada uma diferença de $2,3^{\circ}\text{C}$ entre ponto 2 (altura de $0,60\text{m}$ do piso) e ponto 3 (rodapé). Observa que termograma válida a falha no sistema de impermeabilização em toda extensão do rodapé do ambiente área de serviço, onde o revestimento de pintura texturizada está deslocando do substrato.



FIGURA 4: Parede da área de serviço da edificação 3.
 FONTE: Autoria própria, (2025).

Na Figura 5 é apresentado um ponto da edificação 2 com problemas construtivos visíveis, correspondente à base de uma parede do banheiro social. A parede em questão (Ponto 1) apresentou temperatura menor nos outros pontos 2 e 3 (Ponto 2 e 3) na ordem de $3,9^{\circ}\text{C}$. A menor temperatura no piso aponta para falha no sistema de impermeabilização e que está associada provavelmente a presença de umidade em excesso no material construtivo desencadeando no destacamento da

pintura na parede externa do banheiro social. Deve-se atentar ao fato que a temperatura correspondente ao ponto com problemas aparentes foi verificada na proximidade do ralo e no canto da parede, levando no aparecimento de outras manifestações patológicas.



FIGURA 5: Parede e piso do banheiro da edificação 3.
FONTE: Autoria própria, (2025).

A Figura 6 mostra um encontro de paredes e tetos do quarto suíte da edificação 3. Foi verificada uma diferença de aproximadamente 4°C entre o teto (Ponto 2 e Ponto 3) e a parede (Ponto 1). A diferença de temperatura entre teto e paredes é dependente das propriedades dos materiais construtivos, como absorvância e transmitância térmica. Além disso, é possível observar no termograma a configuração da laje de concreto pré-moldada de concreto, onde as vigas pré-moldadas (Ponto 2) apresentaram menor temperatura que a massa de concreto (Ponto 2), em torno de $1,2^{\circ}\text{C}$. Sobre a laje pré-moldada existe um telhado com telhas de fibrocimento que apresenta falhas de estanqueidade, de modo, que a água das chuvas fica acumulada sobre a laje.

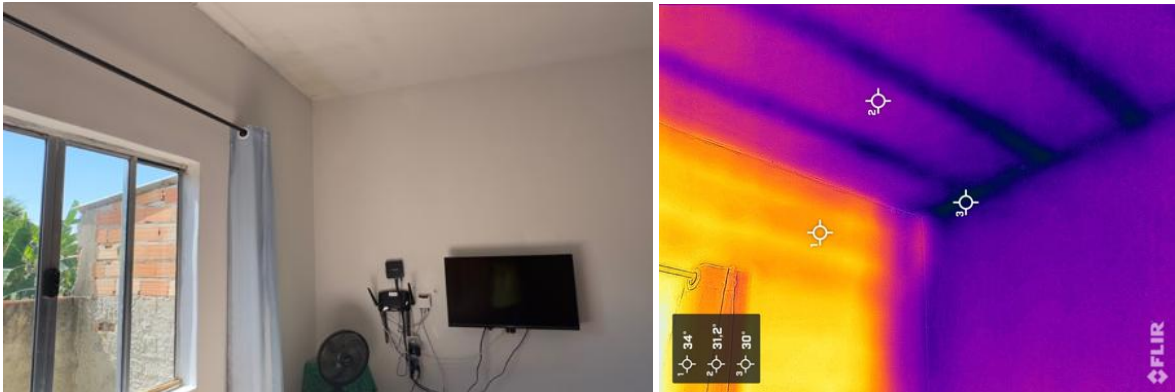


FIGURA 6: Parede e teto do quarto suíte da edificação 4.
FONTE: Autoria própria, (2025).

Na Figura 7, apresenta-se o termograma correspondente a parede do banheiro da suíte da Edificação 3, no qual os pontos 1, 2 e 3 referem-se a áreas revestidas com cerâmica que evidenciam alterações térmicas associadas à presença de umidade. A análise dessas regiões demonstra variações anômalas de temperatura, típicas de processos de infiltração em materiais com elevada absorção hídrica. Além disso, a parede inspecionada também apresenta, no ambiente contíguo, sinais visíveis de patologias construtivas, como o destacamento de pintura e surgimento de manchas, indicando a migração da umidade através dos elementos construtivos. Tal condição reforça o diagnóstico de falha funcional no sistema de impermeabilização, confirma a presença de umidade ascendente, o que evidencia a ausência ou deficiência de barreiras impermeabilizantes eficientes na base das paredes analisadas.

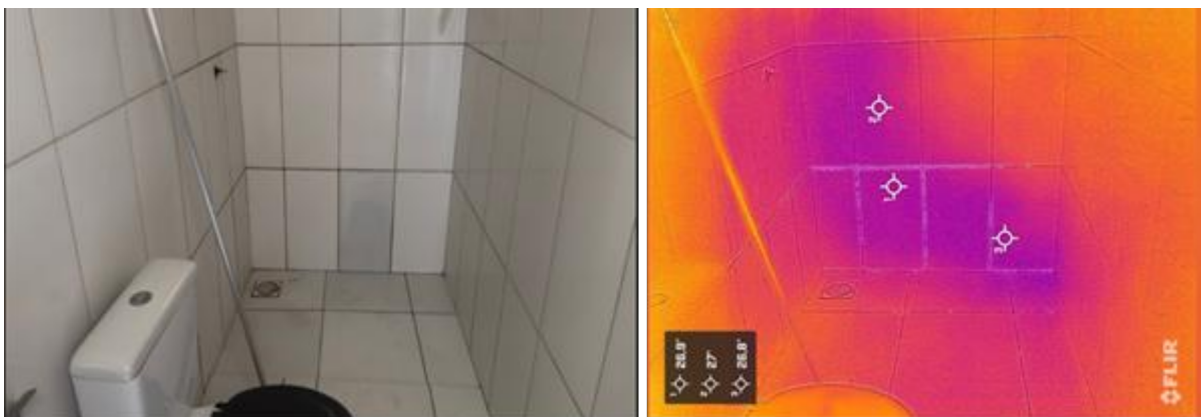


FIGURA 7: Parede do banheiro suíte da edificação 4.
FONTE: Autoria própria, (2025).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As conclusões obtidas neste trabalho foram:

- ✓ A termografia infravermelha é capaz de formar uma imagem bidimensional da superfície objeto da análise, mostrando a extensão das falhas e anomalias de superfície;
- ✓ A técnica pode determinar as localizações de anomalias de superfície e dimensões horizontais, e, com novos métodos de análise de dados, pode ser possível estimar a profundidade de um defeito. Os resultados fornecem uma indicação da porcentagem de área deteriorada na região de análise;
- ✓ Análise efetuada em tempo real e técnica não destrutiva (ND);
- ✓ Não existe contato com a superfície e inspeção rápida e eficaz.
- ✓ Auxilia na identificação de detalhes construtivos relacionados as características térmicas da edificação;
- ✓ Auxilia na validação e constatação de falhas ou ausência de sistema de impermeabilização e estanqueidade de coberturas e telhados;
- ✓ Como não há contato, não interfere no funcionamento e comportamento do elemento a medir;
- ✓ A inspeção termográfica valida tecnicamente a hipótese de falha no sistema de impermeabilização, contribuindo para o mapeamento das áreas afetadas e para a definição das prováveis causas, seja por falhas de projeto, execução ou ausência de manutenção preventiva.
- ✓ Com o uso dessa técnica, foi viável obter informações não somente de natureza qualitativa, baseadas nas imagens e análises realizadas com o equipamento com imagem termográfica, mas também dados quantitativos, proporcionando uma estimativa precisa do tamanho e do volume das áreas e sistemas que necessitam como elaboração de planilha orçamentária com estimativa de reparo das áreas afetadas.

5. REFERÊNCIAS

INSTITUTO DE IMPERMEABILIZAÇÃO. Web site. 2025.

Disponível em: <https://ibibrasil.org.br/>

ASSOCIAÇÃO DE ENGENHARIA DE IMPERMEABILIZAÇÃO. Web site. 2025.

Disponível em: <https://www.aei.org.br/>

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9574: Execução de impermeabilização**. Rio de Janeiro, 2008

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674: Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão da manutenção.** Rio de Janeiro, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575: Impermeabilização - Seleção e Projeto.** Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15424: Ensaios não destrutivos - Termografia - Terminologia.** Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15572: Ensaios não destrutivos - Termografia -. Guia para inspeção de equipamentos elétricos e mecânicos.** Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575: Edificações habitacionais - Desempenho. Parte 1 - Requisitos Gerais.** Rio de Janeiro, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15763: Ensaios não destrutivos - Termografia - Critérios de definição de periodicidade de inspeção em sistemas elétricos de potência.** Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15866: Ensaios não destrutivos - Termografia - Metodologia de avaliação de temperatura de trabalho de equipamentos em sistemas elétricos.** Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16292: Ensaios não destrutivos — Termografia — Medição e compensação da temperatura aparente refletida utilizando câmeras termográficas.** Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16554: Ensaios não destrutivos - Termografia - Medição e compensação da transmitância de um meio atenuante utilizando câmeras termográficas.** Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16818: Ensaios não destrutivos - Termografia Infravermelha - Procedimento para aplicações do método da termografia infravermelha.** Rio de Janeiro, 2020.

ALTOE, L.; FILHO, D. O. **Termografia infravermelha aplicada à inspeção de edifícios. (2012). Acta Tecnológica**, Vol. 7, N° 1 (2012), 55 – 59.

BAUER, E.; PAVÓN, E. ; BARREIRA, EVA ; KRAUS, ELIANE (2016). **Analysis Of Building Facade Defects Using Infrared Thermography: LABORATORY STUDIES**. Journal of Building Engineering, p. 93-103, 2016b.

BAUER, E.; PAVÓN, E. **Termografia de infravermelho na identificação e avaliação de manifestações patológicas em edifícios. (2015). Revista Concreto & Construções**, p. 93-98, 2015.

BAUER, E.; PAVÓN, E. **Análise da fissuração de revestimento em argamassa com o emprego da termografia de infravermelho. (2017). XII Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas**. São Paulo.

BAUER, E.; CASTRO, E. K.; OLIVEIRA FILHO, A. H.; PAVÓN, E. A. **Critérios para a aplicação da termografia de infravermelho passiva como técnica auxiliar ao diagnóstico de patologias em fachadas de edifícios. (2014) Iº Encontro Luso-Brasileiro de Degradação em Estruturas de Concreto Armado**, Salvador, Bahia, Brasil, 06 a 09 de agosto de 2014, p. 619-630.

BINOTI, P. M. **Uso da termografia para avaliação de manifestações patológicas em fachadas de edificações. (2023). Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia**. Belo Horizonte.

CAMARGOS, P. W. **Utilização da termografia no diagnóstico de manifestações patológicas em fachadas com revestimento aderido**. Congresso Brasileiro de Patologia das Construções. (2024).

DAFICO, L (2021). **Utilização das técnicas de termografia infravermelha e detecção de umidade por contato para avaliação da percolação da água por ascensão capilar em alvenarias. (2021). 77 - 143p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Escola de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Goiás, Goiânia**.

FERREIRA, A. P. B. F. **Análise de infiltrações em serviços de pós-obra utilizando a termografia de infravermelho. (2014). 6 p. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso). Universidade Católica de Brasília, Brasília**.

GARCIA, J.; FONTES, P. **Termografia de infravermelhos aplicada a instalações de refrigeração.** (2007). IV Congresso Ibérico, II Congresso Iberoamericano de Ciências e Técnicas do Frio, CYTEF-2007.

FERREIRA, A. P. B. **Análise de infiltrações em serviços de pós-obra utilizando a termografia de infravermelho.** (2014). Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso). Centro Universitário de Brasília, Brasília.

FREITAS, J. G. DE; CARASEK, H.; CASCUDO, O. **Utilização de termografia infravermelha para avaliação de fissuras em fachadas com revestimento de argamassa e pintura.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 14, n. 1, p. 57-73, jan./mar. 2014.

GOMIDE, T. L. F.; NETO, J.C.P.F; GULLO, M. A. **Normas Técnicas para Engenharia Diagnóstica em edificações.** Editora PINI, 2009

JUNIOR, A. I, P.; BATISTA, P. I. B.; POVOÁS, Y. V. **Verificação de descolamento cerâmico de fachada por meio da termografia infravermelha.** Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada. (2020) v-5, n. 3, p. 10-16.

LOPES, M. L. F.; SOUZA, A. L. R.; SOUZA, M.; SILVA, L. S.; BAUER, E. **Estudo da degradação de fachadas revestidas de argamassa utilizando aeronave remotamente pilotada (RPA).** XIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 2023. Anais. João Pessoa: ANTAC, 2023.

MACHADO, M. **A utilização da termografia para complementar o ensaio de estanqueidade em locais impermeabilizados: estudo de caso.** (2017). Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso). Centro Universitário de Brasília, Brasília.

MOREIRA, K. A. W. **Utilização da termografia infravermelha e escaneamento para identificação de infiltrações e vazios em elementos nas construções.** (2018). 15º Simpósio Brasileiro de Impermeabilização. IBI Instituto Brasileiro de Impermeabilização.

NASCIMENTO, L. B. **Inspeção de estruturas de concreto com uso da termografia por infravermelho.** (2022). Dissertação de Mestrado. Universidade São Judas Tadeu, São Paulo.

OLIVERIA, S. A.; OLIVEIRA, A. M.; BRANDSTETTER, M. C. G.O. **Revisão bibliográfica de métodos não destrutivos para investigação em campo de falhas em sistema de impermeabilização: termografia por infravermelho, georadar (gpr) e condutividade elétrica.** (2023). [REEC] Revista Eletrônica de Engenharia Civil - Vol. 19, nº 2, 2023.

MELRINHO, A; MATIAS. L.; FARIA, P. **Deteção de anomalias em impermeabilizações de coberturas em terraço através da termografia de infravermelhos.** (2015). Revista Internacional. Tech ITT. nº 37 Vol. 13.

MENDONÇA, L. V.; AMARAL, M. M.; CATARINO, P. S. **A termografia por infravermelhos como ferramenta para auxílio à inspeção e manutenção dos edifícios.** SPY Building, 2013

TEIXEIRA, B. **Utilização de termografia para detecção de manifestações patológicas em edificações.** (2017). 13-24p. Trabalho de Conclusão de Curso. Centro Universitário de Brasília, Brasília.

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, jan./mar. 2019.

SILVA, M. MILHOMEM, P. BAUER, E. **Avaliação de dano de fissuras em revestimentos argamassados por termografia de infravermelho.** XVII Congresso Internacional sobre patologia e reabilitação das construções (2022). CINPAR.

SOUZA, A. L. R.; SILVA, M. S.; RODRIGUES, H. A. C.; BAUER, E. **Diferenciação do comportamento da degradação em fachadas de revestimento cerâmico.** XVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 2025, Porto Alegre. Anais. Porto Alegre: ANTAC, 2025.