CBPAT 2020 ANAIS
CONGRESSO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES
DE 15 A 17 DE ABRIL | FORTALEZA - CE
http://dx.doi.org/10.4322/CBPAT.2020.253
ISBN 978-65-86819-05-2

UTILIZAÇÃO DE CÂMERA TERMOGRÁFICA EM PATOLOGIA DE FACHADAS

FONSECA, LUANNA
Estudante de Engenharia Civil
Faculdade Maria Milza (FAMAM)
Bahia; Brasil
contato.lfonseca@gmail.com

MOTA, DANIEL
Engenheiro Civil
Faculdade Maria Milza (FAMAM)
Bahia; Brasil
danielandrademota@gmail.com

RESUMO

Para a inspeção predial em fachadas são utilizados equipamentos como balancins, câmeras com alto zoom e ensaios de percussão e de arrancamento, dentre outros métodos. Este trabalho tem por objetivo empregar a termografia como complementação aos métodos tradicionais de inspeção, pois trata-se de uma tecnologia não destrutiva e mais segura. Para tanto, foram realizados testes em edificações reais na cidade de Salvador-BA, utilizando um termovisor de alta resolução. As imagens capturadas foram analisadas e os resultados revelaram que a utilização da câmera termográfica manual apresentou bom desempenho. A pesquisa também revelou a necessidade de se considerarem o momento correto para a tomada de fotos, a emissividade dos diferentes elementos superficiais, a influência de sombras, a falta de incidência solar e os reflexos das edificações vizinhas para a captura de termogramas conclusivos. As anomalias puderam ser notadas a partir da diferença de temperatura e nuances da coloração dos termogramas. Desta forma, a termografia se mostra bastante eficiente para a complementação dos métodos de inspeção tradicionais.
Palavras-chave: termografia, fachada, patologia, inspeção predial

ABSTRACT

For the inspection of pathological manifestations on facades, some equipments are usually used as rockers, binoculars, super zoom cameras and some tests are also made as the percussion or scratch tests, and other methods that can often be considered partially destructive or unsafe are usually used. With this, the present work aims to use the thermography as a complementation to traditional methods of inspection, once that it shows a growing non destructive and non invasive technology. Therefore, studies and tests were made in real buildings in Salvador, Bahia, using an high resolution thermal imager. The thermal images were analysed and the results revealed that the manual thermal imager showed good performance. The studies also revealed the need to plan the photoshoots considering the correct moment, the emissivity of the different surface elements, the influence of shadows, the lack of solar incidence and the reflections of the neighboring buildings. The anomalies can be noticed due to the difference of temperature and nuances of the coloration of the thermograms. In this way, the infrared thermography proves to be quite efficient for the complementation of the traditional inspection tests, and therefore has application limits.
Keywords: thermography, facade, pathology, building inspection.

1. INTRODUÇÃO

As manifestações patológicas podem gerar desconforto e risco, tanto para as pessoas que utilizam diretamente o empreendimento quanto para os transeuntes de seu entorno. Além disso, podem reduzir a vida útil da edificação. Para a realização da detecção destas manifestações patológicas em fachadas, ainda se faz útil o uso dos métodos tradicionais como o uso de jahu, balancins manuais, rapel, além de complementações como binóculos ou câmeras com superzoom. E para tornar o sistema de inspeção ainda mais eficiente e prático, começou-se a fazer uso de termovisores para inteirar os recursos do serviço.

Entende-se o conceito de Termografia como uma modalidade de se fazer uma captação de imagem por meio da emissão de calor, podendo esta ser emanada de equipamentos elétricos e mecânicos ou até mesmo de estruturas da construção civil. A palavra "termografia" advém da união de duas palavras gregas, therme que significa calor, e grafia que quer dizer escrita, sendo assim a percepção do gradiente térmico superficial de um corpo com temperatura acima do Zero Absoluto emitindo radiação térmica visível através da espectroscopia IV (infravermelha) (CORTIZO, 2007).

ISBN 978-65-86819-05-2

O uso da termografia infravermelha está consolidado como ferramenta para realização de testes não destrutivos de equipamentos e sistemas diversos, com aplicações nas áreas militar, medicina, industrial e construção civil (TITMAN, 2001). Desta forma, o presente trabalho propõe a utilização da termografia infravermelha como complemento às técnicas tradicionais. A tecnologia é capaz de localizar anomalias ocultas em fachadas sem causar danos à estrutura por ser um método complementar, sem contato direto na hora da inspeção.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Patologia de fachadas

A patologia é a parte da engenharia que estuda os sintomas, os mecanismos, as causas e origens dos defeitos nos sistemas construtivos, levando em consideração as partes que compõem o diagnóstico do problema. Manifestações patológicas então, são situações nas quais os sistemas deixam de apresentar o desempenho esperado, em determinado momento da sua vida útil, deixando de atender às necessidades dos usuários, seja ela de capacidade funcional, mecânica ou estética (LICHTENSTEIN, 1986).

Segundo Silva (2007), manifestações patológicas na maioria dos casos, são atribuídas a mais de uma causa, sendo geralmente resultado da combinação de diversos fatores acumulados desde a etapa de projeto até a construção, considerando também as fases de planejamento, especificação de materiais, uso e manutenção da edificação. Também, as manifestações patológicas podem ser originárias do próprio sistema que surgem, ou podem estar vinculadas a danos ou falhas decorrentes de outros elementos da edificação.

Entre as principais manifestações patológicas que podem ocorrer em fachadas, segundo Antunes (2010), tem-se: descolamento e desplacamento de peças cerâmicas, fissuração, deterioração das juntas de movimentação e eflorescência. Pavón (2017) acrescenta a importância também do estudo da umidade, quando realizada inspeção superficial de revestimentos.

2.2 Inspeção Predial Tradicional

Segundo o Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia (IBAPE), a Inspeção Predial é uma importante ferramenta que auxilia os profissionais habilitados a realizarem uma avaliação sistêmica do estado da edificação. O seu produto é um documento que classifica não conformidades constatadas na edificação quanto a sua origem, grau de risco e indica orientações técnicas necessárias à melhoria da manutenção dos sistemas e elementos construtivos.

Uma Inspeção Predial completa deve levar em consideração os seguintes sistemas construtivos e seus elementos: estrutura, impermeabilização, instalações hidráulicas e elétricas, revestimentos externos em geral, esquadrias, revestimentos internos, elevadores, climatização, exaustão mecânica, ventilação, coberturas, telhados, combate a incêndio e SPDA (IBAPE, 2012). No que tange à avaliação dos sistemas de fachadas com revestimento cerâmico, é usual que profissionais devidamente capacitados e equipados inspecionem a fachada da edificação através de descidas em balancins individuais.

Tradicionalmente, o profissional realiza esses procedimentos com o auxílio da chamada “cadeirinha”, percorrendo desde a cobertura até o pavimento térreo e abrangendo toda a área da fachada. Ele pode realizar além de registros fotográficos, ensaios à percussão, a fim de se identificarem regiões com prováveis problemas de aderência (GALLETTO E ANDRELLO, 2013).

O ensaio à percussão consiste na aplicação de golpes leves na superfície inspecionada, utilizando um martelo dotado de ponta de borracha ou de plástico, atentando-se para a identificação de sons cavos no revestimento. Uma vez que o profissional detecta falha na aderência do revestimento, este circula a região com o auxílio de um giz de cera ou giz estaca, sinalizando assim uma possível necessidade de reparo. Posteriormente, o engenheiro responsável avalia a região destacada e define as providências a serem tomadas para a correção do problema, podendo optar pela substituição do revestimento ou não (COSTA, 2013).

Segundo Costa (2013), quando a área comprometida é destinada a remoção, é importante que se identifique o ponto exato da ocorrência do som cavo, podendo ser entre o substrato e o chapisco ou entre o chapisco e o revestimento. Com isso a determinação da real causa da degradação se torna mais fácil. O ensaio à percussão, apesar de ser amplamente utilizado pelas construtoras e empresas do ramo, ainda não possui norma específica de execução.

ISBN 978-65-86819-05-2

Existem no mercado alguns outros recursos que podem ser associados à técnica mencionada, como o uso de binóculos e câmeras fotográficas com lentes objetivas de alto zoom. A complementação da técnica tradicional com o uso desses equipamentos auxilia o avaliador na identificação visual dos defeitos. Para Tinoco (2009), a captura de imagens fotográficas contribui com a caracterização dos defeitos encontrados nas fachadas, além de ser muito útil para melhorar a visualização e o registro dos resultados da inspeção nos mapas de danos.

2.3 Termografia Infravermelha

A termografia infravermelha é uma técnica não destrutiva de inspeção que tem como princípio a capacidade do corpo de emitir radiação natural de maneira proporcional a sua temperatura, devido a uma propriedade do mesmo, conhecida por emissividade. Esse processo permite a visualização artificial da luz emitida dentro do espectro infravermelho (ALTOÉ E OLIVEIRA FILHO, 2012). Com essa técnica é possível identificar regiões ou pontos em que a temperatura diverge em relação ao padrão, o que pode indicar anomalias internas aos materiais, uma vez que o defeito ocasiona resistência térmica, consequentemente influenciando no transporte de calor. (BAUER E PAVÓN, 2015).

Segundo Maldague (2001), esta técnica pode ser classificada em dois tipos, a depender da sua fonte de calor: termografia passiva e termografia ativa. A termografia passiva ocorre quando o material recebe estímulo de uma fonte de calor natural, como a energia solar e, desta forma, deve existir uma diferença de temperatura entre o objeto analisado e o ambiente (VIÉGAS, 2015). Nessa análise, os resultados terão características mais qualitativas do que quantitativas, sendo então mais utilizado em áreas de manutenção preventiva, instalações elétricas e processos industriais. Já na termografia ativa é necessário uma estimulação térmica artificial, como os pulsos, os ciclos de pulsos, os ciclos de calor, a vibro-termografia, entre outros. Utilizando esse tipo de análise obtêm-se imagens com mais características quantitativas do que qualitativas, para identificação de estruturas e falhas não visíveis, havendo então maior potencial nas verificações de anomalias (CORTIZO, 2007).

De acordo com Pavón (2015), a qualidade das imagens térmicas e sua facilidade de interpretação dependerá das variáveis termográficas, que podem ser divididas em: variáveis relacionadas ao equipamento e variáveis relacionadas ao alvo. Quanto às variáveis relacionadas ao equipamento, tem-se foco, lente e resolução, que vão influenciar no alcance das inspeções, ou seja, a proporção dos defeitos identificados e a distância do ponto de visada. As variáveis relacionadas ao alvo são temperatura ambiente, umidade relativa, temperatura aparente refletida e emissividade. Estas permitirão termogramas com resultados mais precisos.

Mendonça (2005) exemplifica como algumas variáveis relacionadas ao alvo e a fatores climáticos podem influenciar na medição da temperatura superficial e, consequentemente, na precisão das análises dos termogramas. a) Nuvens: as inspeções devem ser efetuadas em períodos em que existam poucas ou nenhuma nuvem com a finalidade de garantir uma melhor transferência de calor entre o meio externo e a fachada; b) Velocidade do vento: as inspeções devem ser realizadas com velocidades de vento inferiores a 25 km/h, pois ventos fortes têm um efeito de redução das temperaturas superficiais da fachada; c) Precipitações: não realizar inspeções em dias chuvosos, uma vez que a umidade tende a resfriar a fachada e distorcer resultados térmicos; d) Visibilidade: é necessário que a fachada esteja submetida à incidência solar, ou seja, em dia claro e sem chuva.

2.3.1 Termografia e patologia em fachadas

Por ser uma forma de inspeção não destrutiva, a termografia tem sido um artifício utilizado na construção civil para estudo de manifestações patológicas em edificações, especialmente em fachadas. Porém a identificação dessas anomalias para a área de Engenharia Civil ainda é bastante complexa, uma vez que as diferenças de temperatura entre as zonas com e sem defeitos são pequenas quando comparadas com outras áreas. Um componente elétrico defeituoso que emite calor excessivo é muito facilmente detectável pela termografia, diferente de uma fissura em uma estrutura de concreto, por exemplo (BAUER E PAVÓN, 2015).

Com o intuito de propor uma metodologia de campo para a investigação de manifestações patológicas de revestimentos, Menezes *et al*. (2015) realizaram estudos de diversas anomalias utilizando a termografia aliada a diferentes tipos de inspeções: visuais, ensaios de percussão, tubos de karsten e higrômetro. O resultado obtido foi que as inspeções visuais em conjunto com a termografia qualitativa eram suficientes para identificação da maioria das manifestações patológicas encontradas, de forma rápida e que possibilita a inspeção em locais de difícil acesso.

ISBN 978-65-86819-05-2

Na construção civil, uma variação de temperatura de 1°C até 2°C é geralmente um indicativo ou uma suspeição de existência de problemas. A partir de 4°C pode-se afirmar a existência de anormalidade no corpo (MALDAGUE, 2001). Desta forma, podem ser identificadas manifestações patológicas como descolamento, destacamento cerâmico, fissuras, umidade, eflorescência, além da identificação de elementos estruturais e do seu estado de conservação.

2.3.2 Variáveis da aplicação e análise da termografia

Por haver grande quantidade de variáveis no processo de inspeção e também na análise dos resultados do termograma, podem ocorrer erros que geram interpretações equivocadas. As principais dificuldades da aplicação da termografia infravermelha estão relacionadas com o fluxo de calor e a reflexão (BAUER E PAVÓN, 2015). Uma das principais dificuldades na aplicação da termografia é a definição do momento do dia (ou da noite) para a realização da inspeção. Uma mesma manifestação patológica apresentará temperaturas diferentes caso seja feita pela manhã, onde apresentará mais quente, e pela noite, que aparecerá mais fria, isso se dá por conta do fluxo térmico. Desta maneira, entre esses dois horários, sabe-se que haverá um momento em que o defeito não aparecerá no termograma já que obterá uma temperatura muito próxima à temperatura da região circunvizinha (BAUER E PAVÓN, 2015).

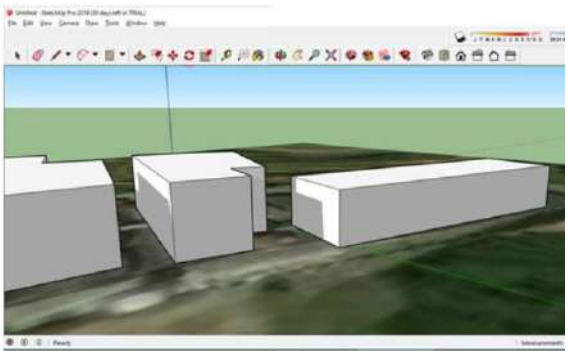
A reflexão é outra das dificuldades da termografia, principalmente nas medições em campo. Materiais e elementos de construção com acabamentos muito lisos e com brilho refletem a radiação infravermelha de outros corpos (edifícios vizinhos, veículos, instalações e redes elétricas, dentre outros), podendo causar uma interpretação incorreta dos termogramas. O ângulo e a geometria do alvo são outras dificuldades que se apresentam na realização das inspeções termográficas. Os valores de temperaturas em zonas com ângulos muitos altos (>45°) e superfícies arredondadas apresentam falsos valores de temperatura nos termogramas (BAUER E PAVÓN, 2015).

Outro aspecto que requer atenção nas inspeções termográficas é a presença de materiais e elementos de composição diferentes como as estruturas de concreto. Conforme explicado no tópico “5.2.2.1. Elementos estruturais”, devido à diferença dos materiais das estruturas de concreto e da alvenaria, o termograma deverá apresentar diferentes nuances de cores nos termogramas, o que pode levá-los a serem confundidos com defeitos. Caso identifique manchas termográficas em formato bem definido, como de um pórtico, provavelmente estará representando os elementos estruturais (BAUER E PAVÓN, 2015).

3. METODOLOGIA

Tendo como foco do trabalho a utilização de câmeras termográficas como método complementar à inspeção predial tradicional de fachadas, foram realizados quatro estudos de caso buscando avaliar seu desempenho. O primeiro passo foi escolher as edificações a serem analisadas, a saber: 1) Edificação Residencial A - Pituba, Salvador/BA; 2) Edificação Residencial B - Pituba, Salvador/BA; 3) Edificação Estudantil A - Piatã, Salvador/BA; 4) Edificação Comercial A - Alphaville, Salvador/BA;

Foi realizado o estudo de sombreamento com o auxílio do software SketchUp, buscando identificar os melhores horários para as inspeções, considerando as possíveis interferências de sombras de prédios vizinhos e o percurso do sol. A figura 1(A) abaixo, que ilustra um dos estudos realizados, revela o comportamento da sombra no mês de outubro, às 16 horas.



(A)



(B)

Figura 01 – (A) Estudo de sombreamente com SketchUp; (B) Termovisor utilizado

ISBN 978-65-86819-05-2

Para o agendamento das visitas, foram escolhidos dias cuja previsão climática indicava tempo claro e de sol. O aplicativo arbitrariamente escolhido para isso foi o UAV Forecast. Também foram consideradas as emissividades dos materiais que compunham as fachadas de cada edificação, a partir de valores encontrados na bibliografia. O principal vamor de emissividade utilizado foi o da cerâmica, igual a 0,95. Para geração das imagens foi empregado um termovisor de alta performance da FLUKE, modelo TI32.

Cada estudo de caso foi utilizado para a análise de variabilidades do processo de inspeção de fachadas utilizando câmera térmica. No estudo de caso 1 foi avaliada a influência do horário do dia em termogramas gerados para um mesmo elemento da edificação. Já no segundo estudo de caso foi verificada a influência da incidência direta do sol sobre a superfície em estudo, na identificação de manifestações patológicas. Para isso, pontos com defeitos percebidos à olho nu foram escolhidos para serem analisados. No estudo de caso 3 avaliou-se a assertividade na identificação de manifestações como descolamentos, fissuras, umidades, presença de vazios, dentre outros. Finalmente, no estudo de caso 4, observou-se a influência de elementos estruturais nos termogramas.

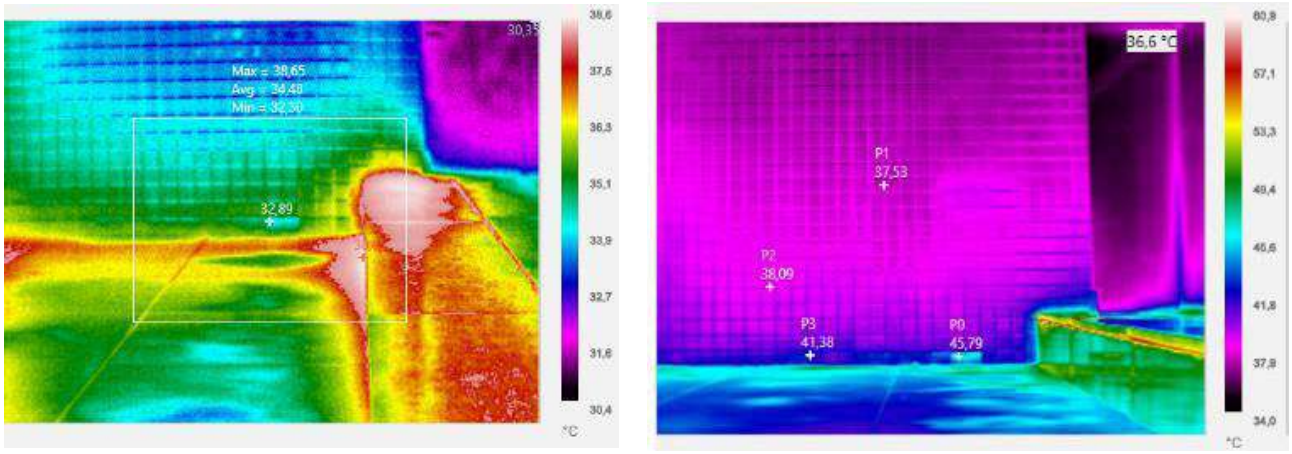
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As imagens térmicas geradas foram avaliadas em um software próprio do equipamento, o Fluke Connect. Nele foi possível quantificar a diferença de temperatura em diversos pontos escolhidos a partir do gradiente de cores apresentado. Todo material coletado passou por uma seleção, sendo separadas as imagens de boa qualidade das inconclusivas (com a ocorrência de reflexos e desfoque).

4.1 Estudo de Caso 1

Propositalmente, os pontos escolhidos nessa fachada para serem fotografados apresentavam alguma anomalia facilmente identificada à olho nú, como fissuras ou descolamentos, já que o intuito deste estudo era comprovar a aparência das manifestações patológicas nas imagens termográficas.

A figura 2 (A) mostra um termograma feito em um horário entre aquecimento e resfriamento em que a localização da manifestação patológica é mais difícil de ser identificada. Isso ocorre porque nesse período os materiais já encontram-se em um horário do dia em que a temperatura entre eles é muito próxima. Já na figura 2 (B), coletada no momento de aquecimento da fachada, nota-se de maneira mais clara que as pastilhas que estão no rodapé da parede apresentam temperaturas mais elevadas, de acordo com a escala de cores do termograma, significando, assim, a possível presença de defeitos no revestimento.



(A) (B)

Figura 2 – (A) Termograma de pico de aquecimento; (B) Termograma em aquecimento

4.2 Estudo de Caso 2

Pontos com defeitos perceptíveis à olho nu foram escolhidos para serem analisados. A área pastilhada delimitada pelos pontos P4, P5, P6 e P7, demonstrada pela figura 3, apresentou nitidamente som cavo quando submetida à percussão. No entanto, como demonstrado na figura 3, o termograma da mesma área não acusa diferença de temperatura suficiente

ISBN 978-65-86819-05-2

para determinar que haja anomalia, apresentando apenas uma diferença de 0,78ºC entre os pontos P8 (parte íntegra do revestimento) e P9 (anomalia que denota presença de vazios).

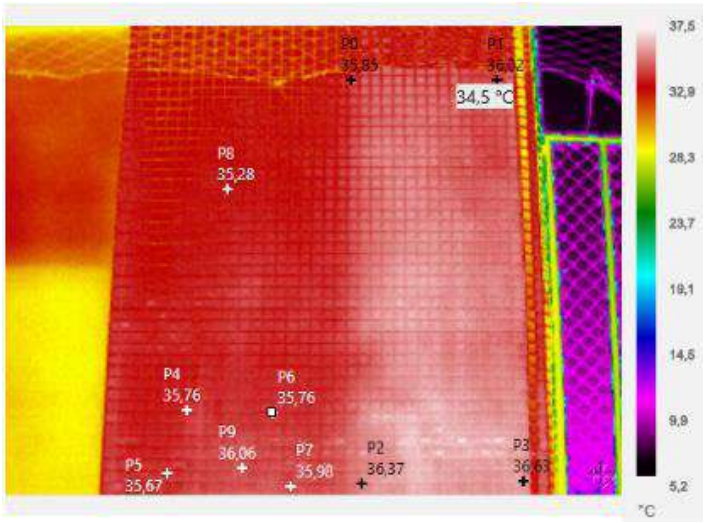


Figura 3 - Termograma de fachada que não recebe incidência solar

A área delimitada pelos pontos P0, P1, P2 e P3, no entanto, não representa possível anomalia pelo seu caráter retilíneo e de formato bem definido. Essa área identifica a presença de um elemento estrutural, como será exemplificado e justificado no Estudo de Caso 4.

4.3 Estudo de Caso 3

Com o intuito de coletar dados para realização de identificação de anomalias em fachadas, realizou-se um estudo de caso na Edificação Estudantil A, durante o período do dia de aquecimento das fachadas. Segundo Pávon (2017), variações de temperatura de 1 à 2°C podem representar possíveis anomalias, enquanto variações a partir de 4ºC afirmam a existência de anormalidade no corpo estudado.

Assim, analisando a Figura 4, percebe-se variação brusca de temperatura entre o ponto P2, com 33,11ºC (ponto que representa parte íntegra da fachada, com menor temperatura durante aquecimento da superfície) e os demais pontos (possíveis anomalias, com temperaturas mais elevadas durante aquecimento da fachada). Através dos padrões identificados no termograma, os pontos P3 (37,53ºC), P4 (37,41ºC), P5 (36,59ºC) e P6 (36,15ºC) demonstram variações de temperaturas em possíveis áreas de descolamento cerâmico e os pontos P0 (37,45ºC) e P1 (36,59ºC) acusam a presença de umidade.

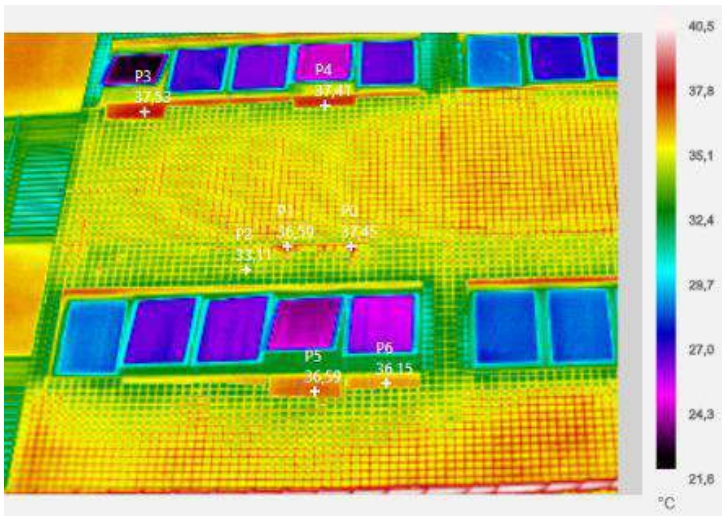
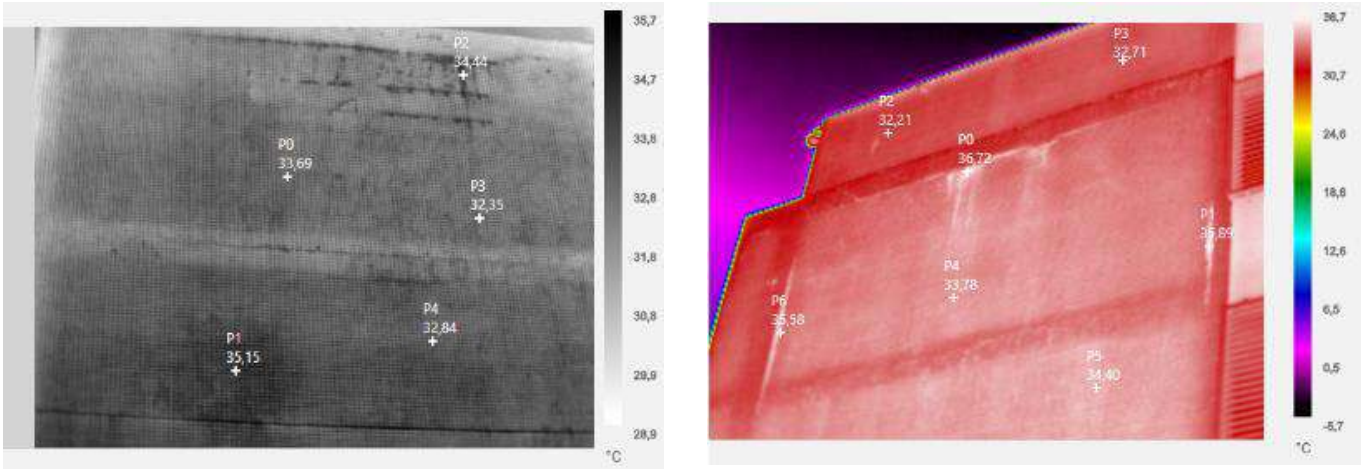


Figura 4 - Termograma da Edificação Estudantil A com pontos de anomalias

ISBN 978-65-86819-05-2

Ainda na mesma edificação, como demonstrado na Figura 5(A), foi possível realizar a identificação de fissuração na região do ponto P2 (34,44ºC) e descolamento cerâmico na região do ponto P1 (35,15ºC), por conta da variação de temperatura observada entre estes pontos e a área íntegra da fachada (P0, P3 e P4, com 33,69ºC, 32,35ºC e 32,84ºC, respectivamente). Também é possível identificar, em uma das fachadas estudadas, a presença de eflorescências, representadas pelos pontos P0 (36,72ºC), P1 (35,89ºC) e P6 (35,58ºC) na Figura 5(B), que se diferenciam das áreas sem anomalias (P2, P3, P4 e P5) em variações de até 4,5ºC.



(A) (B)

Figura 5 – Termograma da Edificação Estudantil A com pontos de anomalias

4.4 Estudo de Caso 4

A presença de materiais e elementos de composições distintas, como as estruturas de concreto, por obterem valores de emissividade diferente, aparecerá com diferentes nuances de cores nos termogramas, podendo ser confundidos com defeitos. Caso sejam identificadas manchas termográficas em formato bem definido, como de um pórtico, provavelmente estará representando os elementos estruturais da edificação. Para visualizar esses, foram analisados termogramas da Edificação Comercial A, que resultou em imagens com manchas bem definidas nos locais onde se encontravam os elementos estruturais da edificação, mostrado na figura 6.

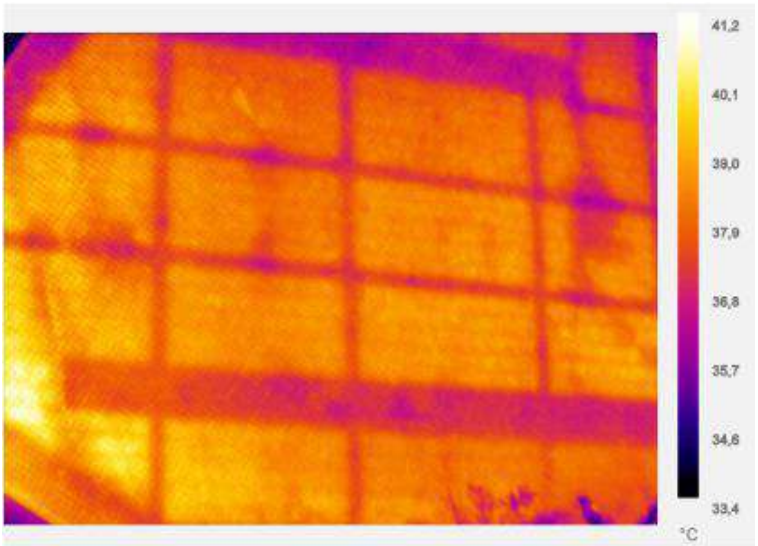


Figura 6 - Termograma da Edificação Comercial A com pontos de anomalias

ISBN 978-65-86819-05-2

4.5 Outros fatores que podem influenciar a análise dos termogramas

a) Foco

Observou-se, durante este estudo, que outros dois fatores podem influenciar de forma significativa a análise de termogramas, que estão mais relacionados à técnica de fotografia do que a gradientes de temperatura. Conforme é possível notar na figura 7, a falta de foco pode gerar graves distorções na análise das imagens.

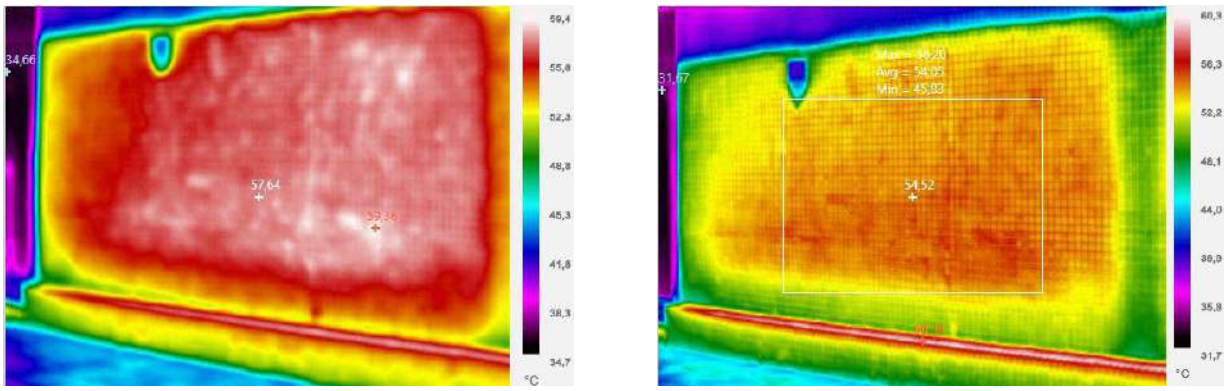
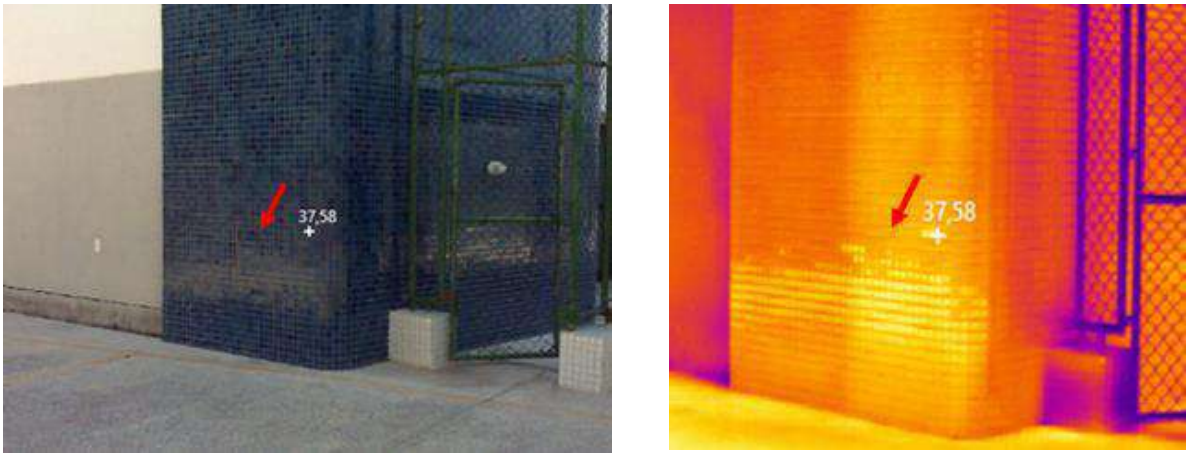


Figura 7 – Influência do foco na qualidade das imagens

b) Reflexão

Percebe-se, na figura 8(A), em local indicado por seta, que a fachada está refletindo algum outro objeto. No termograma da mesma região fgura 8(B), aparece uma mancha representando esse reflexo, que muitas vezes pode ser confundido com manifestações patológicas por quem irá analisar as imagens.



(A) (B)

Figura 8 – Efeito do reflexo na termografia

5. CONCLUSÕES

Com esse estudo, conclui-se que:

- A análise termográfica de fachadas é um método complementar de inspeção, por possuir limitações de aplicação;
- É possível identificar em imagens termográficas de fachadas danos não visíveis a olho nu;
- Os momentos ideais para se realizar captura de imagens termográficas é durante o aquecimento e resfriamento da fachada;

ISBN 978-65-86819-05-2

- É possível identificar reais dimensões de manifestações patológicas visíveis a olho nu, ou apontadas através da inspeção tradicional de fachadas;
- É possível detectar algumas das principais manifestações patológicas superficiais em fachadas utilizando a termografia, tais como descolamento e desplacamento cerâmico, eflorescência, fissuração e umidade superficial;
- É possível realização de inspeção apenas em fachadas prediais que recebem incidência solar durante o dia, não sendo viável realizar inspeções em dias nublados, chuvosos ou com ventos fortes;
- O entorno da edificação estudada pode influenciar nos termogramas, fazendo sombras e reflexos.

REFERÊNCIAS

ALTOÉ, Leandra. FILHO, Delly Oliveira. **Termografia Infravermelha Aplicada à Inspeção de Edifícios**. Acta Tecnologia, N° I, p. 56-57, 2012.

ANTUNES, G. R. **Estudo de manifestações patológicas em revestimento de fachada em Brasilia- Sistematização da incidência de casos**. Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

BAUER, E.; PAVÓN, E. **Termografia de infravermelho na identificação e avaliação de manifestações patológicas em edifícios**. Revista Concreto & Construções. São Paulo, ed. 79, p. 93-98, set 2015.

CORTIZO, E.C. **Avaliação da técnica de termografia infravermelha para identificação de estruturas ocultas e diagnóstico de anomalias em edificações: ênfase em edificações do patrimônio histórico**, 2007. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

COSTA, P.L.A. **Patologias em Revestimento de Fachada em Edifícios Relacionados ao Processo Executivo.** Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

GALLETTO, A.; ANDRELLO, J.M. **Patologia em fachadas com revestimentos cerâmicos**. IX Congresso Internacional Sobre Patolgía y Recupación de Estruturas. João Pessoa, 2013.

IBAPE NACIONAL. **Norma De Inspeção Predial Nacional**. São Paulo, 2012.

LICHTENSTEIN, Norberto B. **Boletim técnico 06/86: Patologia das Construções**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1986.

MALDAGUE, X. **Infrared and Thermal testing: Nondestructive testing handbook**. ed. 3. Columbus, OH: Patrick O. Moore, 2001.

MENDONÇA, Luís Viegas. **Termografia por Infravermelhos – Inspeção de Betão.2005**. Publicado na Revista Engenharia & Vida, nº 16, Setembro 2005, pp. 53-57.

MENEZES, A.; GLÓRIA GOMES, M.; FLORES-COLEN, I. **In-situ assessment of physical performance and degradation analysis of rendering walls**. Construction and Building Materials, v. 75, p. 283–292, 2015.

PAVÓN DE LA FÉ, Elier. **Critério e Padrões de Comportamento para Avaliação de Descolamentos Cerâmicos com Termografia de Infravermelho**. Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Brasília, 2017.

SILVA, A. F. da.; **Manifestações patológicas em fachadas com revestimentos argamassados. Estudo de caso em edifícios em Florianópolis**. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - Universidade Federal de Santa Catarina - Centro Tecnológico, Florianópolis, 2007.

TINOCO, J. E. L. **Mapa de Danos – Recomendações Básicas**. Centro de Estudos Avançados da Conservação Integrada. Texto para discussão, v. 43. n. 2. Gestão de Restauro. Olinda, 2009.

ISBN 978-65-86819-05-2

TITMAN D. J. Applications of thermography in nondestructive testing of structures, **NDT&E International**, Ames, v. 34, p. 1 49-1 54, 2001.

VIÉGAS, D.J.A. **Utilização da termografia infravermelha em fachadas para certificação de descolamento de revestimento**. Dissertação (Mestrado – Construção Civil) Universidade de Pernambuco, Escola Politécnica, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Recife, 2015.