LEVANTAMENTO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM FACHADA POR MEIO DE TERMOGRAFIA

STOLZ, C. M.[1], LANSINI, B.[2], SILVA, C. V.[3], DAL MOLIN, D. C. C.[4], MASUERO, A. B.[5]

[1] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, doutoranda, MSc., e-mail: carimstolz@yahoo.com.br
[2] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, graduando, bolsista IC, e-mail: brunolansini@gmail.com
[3] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, doutoranda, MSc., e-mail: cristina_vitorino@yahoo.com.br
[4] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, professora, Dra., e-mail: dmolin@ufrgs.br
[5] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, professora, Dra., e-mail: angela.masuero@ufrgs.br

RESUMO

O aparecimento de manifestações patológicas em fachadas depende de diversos parâmetros, como a periodicidade de manutenções, a orientação solar, a presença ou não de detalhes arquitetônicos, a qualidade da execução e dos materiais utilizados na edificação, entre outros. Em muitos casos, a falta de atenção ao aparecimento de danos resulta no agravamento dos mesmos, tornando a edificação inabitável e com ambientes insalubres. O foco deste estudo trata-se de uma edificação construída na década de 70 na região metropolitana de Porto Alegre/RS. Devido a grande incidência de manifestações patológicas, a mesma foi desativada para recuperação. O presente trabalho visa avaliar e diagnosticar as manifestações patológicas presentes na fachada principal da edificação (norte), revestida com pastilhas cerâmicas, através de análises visuais e de imagens termográficas. Através da termografia é possível visualizar pontos com diferentes temperaturas, como os de concentração de umidade, que podem facilitar o diagnóstico. Foram realizadas vistorias na edificação em questão onde, primeiramente, realizou-se uma análise visual dos principais danos. Estas áreas foram fotografadas com câmera digital e posteriormente com câmera termográfica. Análises detalhadas mostraram que a presença de umidade, facilmente detectada com a utilização da termografia, é grande responsável pela deterioração da fachada.

Palavras chave: manifestações patológicas, fachada, termografia.

ABSTRACT

The appearance of pathological manifestations in facades depends on several parameters, such as frequency of maintenance, solar orientation, presence or absence of architectural detail, workmanship quality and materials used in building, among others. In many cases, lack of attention to damages appearance results in symptoms worsening, making building inhabitable and unhealthy. The focus of this study is a building of 70s in Porto Alegre/RS metropolitan region. Due to the high incidence of pathological manifestations it has been closed for restoration. This study aims to evaluate and diagnose the pathological manifestations presents the main façade of the building (north), covered with ceramic inserts, performing and visual analysis through thermographic images. With the use of thermography some points can be seen with different temperatures, as the concentration of moisture, which can facilitate the diagnosis. Surveys were carried out in the building in question which, first, there was a visual analysis of major damage. These areas were photographed with a digital camera and later with thermographic camera. The analysis showed that the moisture presence, which can be easily detected with thermography, is largely responsible for facade deterioration.

Keywords: pathological manifestations, facade, thermography

1. INTRODUÇÃO

A grande incidência de manifestações patológicas nas fachadas das edificações pode ser atribuída a diversas causas, sendo geralmente resultante da combinação de mais de um fator. Entre as principais manifestações patológicas em sistemas de revestimento pode-se citar o descolamento, o desplacamento, as falhas de vedação, a fissuração, a deterioração das juntas de movimentação e as eflorescências (ANTUNES, 2010).

São diversos os fenômenos que influenciam o surgimento destas anomalias, merecendo destaque as cargas excessivas, a variação de umidade, a variação térmica, os agentes biológicos, a incompatibilidade entre materiais, os agentes atmosféricos, entre outros (HELENE, 1993).

Diversas técnicas para diagnóstico vêm sendo desenvolvidas no intuito de verificar as causas e gerar soluções para os danos. Neste sentido, a utilização de imagens termográficas vem se consolidando como uma ferramenta eficaz.

A utilização da termografia tem sido aplicada por diversos autores de vários países (GRINZATO e KAUPPINEN, 1998; BALARAS e ARGIRIOU, 2002; CORTIZO, 2007, LERMA et al., 2011; MARIO, 2011, SERAFIM, 2012, entre outros). Esta é basicamente a percepção da temperatura superficial de um corpo pelo mecanismo de transferência de calor (radiação), uma vez que todo corpo com temperatura acima de zero absoluto emite radiação térmica (CORTIZO, 2007).

A principal vantagem da utilização desta técnica é que se constitui em um ensaio não destrutivo, que permite uma análise aprofundada das condições das edificações. O ensaio baseia-se na perturbação do fluxo de calor, gerado interna ou externamente, cujas perturbações produzem desvios na distribuição da temperatura superficial do objeto que são captadas pelos equipamentos termográficos e geram uma imagem.

Apesar de esta técnica ser de fácil execução, BARREIRA (2004) afirma que existem diversos fatores que influenciam na análise dos resultados, podendo gerar conclusões erradas se não forem tomadas precauções antes e durante a realização do ensaio. Há um elevado risco de se confundir defeitos do objeto com irregularidades na temperatura superficial devido a fatores externos.

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo realizar um levantamento das manifestações patológicas presentes na fachada de uma edificação construída na década de 70 com a utilização de imagens termográficas. De posse deste levantamento, um diagnóstico das possíveis causas e soluções para o restauro da mesma pode então gerado.

2. DESCRIÇÃO DA EDIFICAÇÃO

Constitui-se em uma edificação de caráter institucional construída na década de 70, com estrutura de concreto armado, composta de subsolo, térreo e mais um andar.

A grande quantidade de manifestações patológicas presentes da edificação passou a impedir sua utilização, exigindo medidas de reparo para que volte a ser habitada. Observam-se problemas de degradação de cunho estrutural, problemas de presença de umidade por diversos fatores, degradação de revestimentos, entre outros.

Assim, o foco do presente trabalho constitui-se na avaliação a fachada de orientação Norte, fachada principal da edificação e a mais comprometida com a deterioração.

Esta fachada é revestida de pastilhas cerâmicas de 2,5x2,5cm^2, nas cores verde, preta e branca. Grande parte é composta por esquadrias e aberturas de ar condicionado, algumas executadas após a data de construção da edificação, locais que concentram grande parte das manifestações patológicas verificadas (Figura 1).



Figura 1: fachada Norte analisada

Foi realizada análise visual de todos os elementos da fachada, momento em que se reproduziram as manifestações patológicas visíveis a olho nu através de croqui. Posteriormente, imagens digitais e térmicas foram capturadas com a utilização de câmera termográfica FLIR T400. As características do termógrafo estão apresentadas na Tabela 1, disponível no manual do equipamento.

A interpretação das imagens geradas pela câmera termográfica se dá através da diferenciação de cores entre regiões com temperaturas distintas. Maiores temperaturas são indicadas por imagens com tons que variam do vermelho ao amarelo, ao passo que temperaturas mais baixas apresentam imagens em tons mais próximos do azul e/ou lilás. Áreas com maior presença de umidade tendem a retornar valores de temperatura menores, indicando pontos onde há infiltrações ou penetração de água ao longo de fissuras existentes.

Tabela 1: características da câmera termográfica FLIR T400

Faixa de temperatura	-20ºC a 1200ºC
Precisão	2ºC
Campo de visão/dist. mín. do foco	25º X 19º/0,4m
Foco	Manual/Automático
\Faixa espectral	7,5 a 13µm
Taxa de enquadramento	30Hz
Sensibilidade térmica	<0,05ºC a 30ºC
Tipo de detector	Matriz plano focal (FPA), microbolômetro sem resfriamento
Modos de imagem	Térmica/visual/fusão
Lentes	25º
Emissividade	Ajuste 0,1 a 1,0

3. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nas figuras 2, 3 e 4, pode-se observar, respectivamente, as manifestações patológicas da fachada Norte, as manifestações patológicas diagnosticadas na marquise da edificação e a fachada em imagens térmicas.

Pode-se dizer que a marquise é o ponto crítico da fachada. Observa-se na imagem termográfica que há muita presença de umidade neste ponto, gerando o aparecimento de inúmeras manifestações patológicas, como o acúmulo e crescimento de vegetação, surgimento de fissuras e desplacamentos, bolhas de umidade, desplacamento de concreto da estrutura com consequente exposição da armadura, entre outros.

A platibanda também apresentou grande concentração de umidade pela análise da imagem termográfica, com manchas mais azuladas (indicativas de menor temperatura) em pontos onde se verificava a presença de fissuras e desplacamentos de pastilhas. Há um ponto da edificação com fissura a 45º, identificado como uma manifestação devida a recalque de fundação. Neste ponto, observou-se que a umidade que penetrou na fissura ficou evidente nas imagens termográficas e acelerou o processo de deterioração do revestimento no local.

Em pontos da fachada aonde haviam quinas, ressaltos e/ou mudanças de plano junto à esquadrias, houve grande acúmulo de umidade com consequente concentração de manifestações patológicas. Na parte superior das esquadrias, por exemplo, verificou-se grande concentração de desplacamentos de pastilhas, ocasionadas pela falta de detalhe construtivo, como uma pingadeira, que facilitaria o escoamento da água.



Figura 2: manifestações patológicas da fachada Norte



Figura 3: vista inferior da marquise com manifestações patológicas verificadas (detalhe 1)

Figura 4: fachada Norte em fotos térmicas

As tabelas 2, 3 e 4 mostram detalhadamente o diagnóstico realizado.

Tabela 2: levantamento de manifestações patológicas

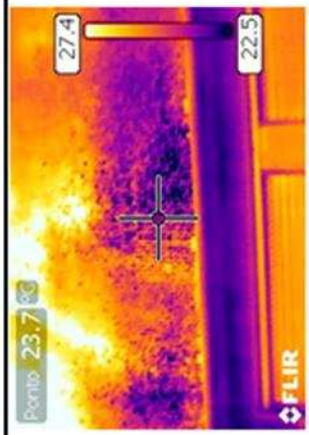
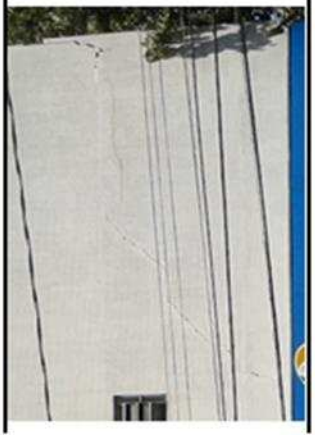
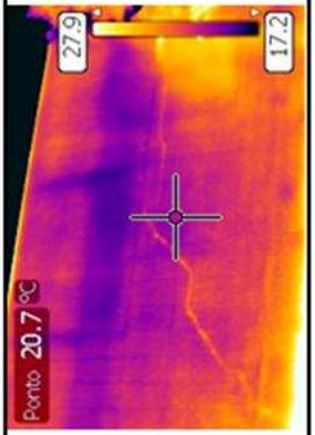
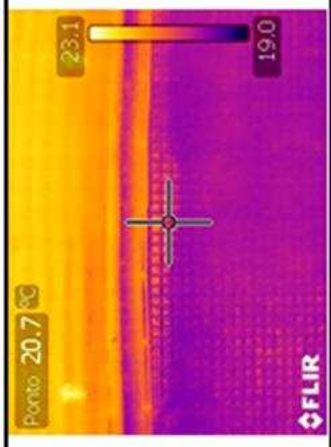
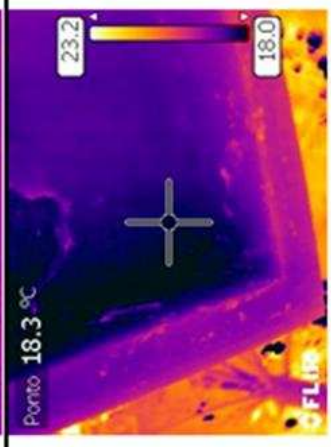
Imagem digital	Imagem térmica	Diagnóstico
		**Manifestação patológica**: Descolamento de revestimento, bolhas e manchas na marquise. **Possíveis causas:** presença de umidade por falta ou dano na camada de impermeabilização. **Possíveis soluções/reparos:** revisão da impermeabilização da marquise, remoção do revestimento atingido e aplicação de novo revestimento. Obs.: Necessita avaliação estrutural específica.
		**Manifestação patológica**: desplacamento de pastilhas e argamassa de emboço, fissuração no rejunte. **Possíveis causas:** movimentação higrotérmica associada a falta de juntas de movimentação, falta de manutenção da fachada, falta de detalhes arquitetônicos para escoamento de umidade (principalmente nas esquadrias). **Possíveis soluções/reparos:** avaliar possíveis descolamentos das pastilhas do entorno com ensaio de percussão.Remoção das pastilhas e revestimento afetados. Aplicação de novo revestimento prevendo detalhes arquitetônicos e juntas de dilatação.
		**Manifestação patológica:** fissura a 45°. **Possíveis causas:** recalque da fundação. **Possíveis soluções/reparos:** medição do comprimento e espessura da fissura, verificação da atividade ou não da mesma, análise das fundações da edificação. Avaliar possíveis descolamentos das pastilhas e emboço comensaio de percussão.

Tabela 3: levantamento de manifestações patológicas

Imagem digital	Imagem térmica	Diagnóstico
		Manifestação patológica: crescimento de vegetação. **Possíveis causas:** presença de umidade constante devida a fissuração, problemas de impermeabilização e falta ou má execução de detalhes arquitetônicos para escoamento. **Possíveis soluções/reparos:** remoção da vegetação, se possível, até a raiz, eliminação da fonte de umidade, fechamento da junta aonde surgiu a vegetação.
		Manifestação patológica: fissuração, desplacamento de revestimento e concreto com armadura aparente. **Possíveis causas:** corrosão de armadura devido a concentração de umidade na região. Falta de manutenção. **Possíveis soluções/reparos:** avaliação do dano estrutural; avaliação do grau de desbitolamento da armadura; proceder a recuperação e/ou substituição da armadura na área afetada.
		Manifestação patológica: desplacamento de pastilhas e de argamassa de emboço. **Possíveis causas:** falta de tratamento na junta de dilatação da edificação. **Possíveis soluções/reparos:** tratar adequadamente a junta de dilatação da edificação, reconstituir o revestimento com argamassa e pastilhas conforme a cor da fachada.

Tabela 4: levantamento de manifestações patológicas

Imagem digital	Imagem térmica	Diagnóstico
		**Manifestação patológica:** fissura no rejunte das pastilhas e manchamento sob as esquadrias. **Possíveis causas:** umidade constante, área pouco exposta ao sol, falta de pingadeira junto aos peitoris das janelas. **Possíveis soluções/reparos:** incluir pingadeiras nos peitoris. Avaliar possíveis descolamentos das pastilhas com ensaio de percussão. Refazer os rejuntes fissurados.
		**Manifestação patológica:** descolamento de peitril **Possíveis causas:** movimentação termohigroscópica não suportada pelo peitoril projetado. **Possíveis soluções/reparos:** reinstalação do peitoril com projeto adequado.
		**Manifestação patológica:** manchas escuras em tonalidades preta e verde. **Possíveis causas:** umidade constante que pode ser proveniente da absorção dos materiais, infiltrações, condensação e de eventos acidentais. Pouca exposição ao sol. **Possíveis soluções/reparos:** Eliminação da infiltração, lavagem com solução de hipoclorito e água (1:10) ou hidrojato à quente, reparo do revestimento e/ou renovação do reboco com argamassa hidrófuga para que o problema não retorne.

A falta

de tratamento adequado nas juntas de dilatação da fachada ocasionou fissuração do revestimento e posterior desplacamento das pastilhas, seguido por desplacamento da argamassa e deterioração da alvenaria. Esta deterioração agravou-se com o acúmulo de umidade no ponto, devido à falta de manutenção.

A fachada analisada apresentou manchamento, fissuração de rejunte e descolamentos de pastilhas generalizados. Além disso, possíveis reposições de pastilhas com cores de padrão distinto das cores originais deram à fachada, além das implicações de cunho arquitetônico, um aspecto ainda maior de baixa manutenibilidade.

Os resultados da análise visual e das imagens térmicas mostraram que a umidade, a falta de detalhes arquitetônicos e de tratamento de juntas são os principais causadores das manifestações patológicas da fachada. A falta de manutenção contribuiu diretamente para a evolução das mesmas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos mostram que a presença de umidade, facilmente detectada com a utilização da termografia, é a grande responsável pela deterioração da fachada.

Foram constatadas fissuras de rejunte, desplacamento de pastilhas, emboço e concreto da estrutura, deixando a armadura aparente, manchamento pela concentração de umidade, crescimento de vegetação, rachaduras por falta de tratamento de junta, fissuras por recalque de fundações, além de grande incidência de infiltrações, principalmente na marquise, devido às más condições da impermeabilização da mesma. Além disso, a falta de projeto da fachada com a inserção de detalhes construtivos que facilitem o escoamento, e consequentemente, o não acúmulo da água, o adequado tratamento de juntas de dilatação e a manutenção da pintura parecem ser atitudes que diminuiriam consideravelmente a velocidade de deterioração da mesma.

Deve-se acrescentar na fachada pingadeiras nos pontos de mudança de plano, como dentes e quinas, executando os mesmos com inclinação e dimensionamento adequado.

A marquise necessita de análise estrutural de danos e, caso seja necessário, que se realize reforço estrutural e nova camada impermeabilização e revestimento. Caso não seja possível recuperá-la, a mesma deverá ser eliminada.

Devido a uma questão estética, o revestimento cerâmico deverá ser trocado, aplicando-se um novo revestimento sobre substrato recuperado e com as juntas de dilatação devidamente dimensionadas tratadas.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, a Capes e PIBIC/CNPq/UFRGS pelas bolsas de fomento à pesquisa e ao NORIE/PPGEC/UFRGS pelo incentivo à pesquisa.

6. REFERÊNCIAS

ANTUNES, G. R. Estudo de manifestações patológicas em revestimento de fachada em Brasília- Sistematização da incidência de casos. 2010. **Dissertação** (Mestrado em Estruturas e Construção Civil), Universidade de Brasília. Brasília.

BALARAS, C. A.; ARGIRIOU, A. A. Infrared thermography for building diagnostics. In: **Energy and Buildings**, 34, 171-183, 2002.

BARREIRA, E. S. B. M. Aplicação da termografia ao estudo do comportamento higrotérmico dos edifícios. 2004. 196 f. Dissertação (Mestrado em Construção de Edifícios), Universidade do Porto, Porto.

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. 178f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

GRINZATO, E.; VAVILOV, V.; KAUPPINEN, T. Quantitative infrared thermography in buildings. In: **Energy and Buildings**, 29, 1-9, 1998.

HELENE, P. R. L. Contribuição ao estudo da corrosão em armaduras de concreto armado. 1993. **Tese** (Doutorado em Engenharia), Escola Politécnica da USP. São Paulo

LERMA, J. L.; CABRELLES, M.; PORTALÉS, C. Multitemporal termal analysis to detect moisture on a building façade. In: **Construction and Building Materials**, 25, 2190-2197, 2011.

MARIO, M. Uso da termografia como ferramenta não destrutiva para avaliação de manifestações patológicas ocultas. 2011. **Trabalho de Conclusão de Curso** (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SERAFIM, A. C. M. Análise *in-situ* do comportamento físico de argamassas de revestimento de fachadas. 2012. 169 f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa.