USO DA TERMOGRAFIA PARA IDENTIFICAÇÃO DE ESTRUTURAS E PRESENÇA DE UMIDADE NO INTERIOR DE PAREDES DE ALVENARIA

PESSÔA, J.R.[1], CARVALHO, G.[2], DOMINGUÉZ, J.S. [3], ASSIS, J.T.[4].

[1] Universidade do Estado do Rio de Janeiro - IPRJ, Professor DSc.: jpessoa@iprj.uerj.br
[2] Universidade do Estado do Rio de Janeiro - IPRJ, Professor DSc.: gilde@iprj.uerj.br
[3] Universidade do Estado do Rio de Janeiro - IPRJ, Aluno de Doutorado: joel.iprj@gmail.com
[4] Universidade do Estado do Rio de Janeiro - IPRJ, Professor DSc.: joaquim@iprj.uerj.br

RESUMO

A técnica de medição termográfica por infravermelho vem se mostrando como um método de detecção não destrutivo rápido, não intrusivo e simples de ser executado. Uma câmera de infravermelhos mede e reproduz em imagens a radiação infravermelha emitida pelos objetos. Como a radiação resulta da temperatura de superfície do objeto, a câmera calcula e mostra essa temperatura. Neste trabalho foi utilizada a técnica da termografia infravermelha para detecção de elementos estruturais e umidade no interior de paredes de alvenaria. Foi utilizada uma câmera de infravermelhos marca Flir® i7 com faixa de temperatura de -20 a 250 °C, resolução de 120x120 (14400 pixels) e sensibilidade térmica de 0,1 °C. Foram inspecionadas duas edificações com mais de 50 anos de utilização. Os resultados mostraram eficiência na detecção e mapeamento de estruturas e umidade no interior de paredes de alvenaria.

Palavras chave: Termografia; Alvenaria; Estrutura; Umidade.

ABSTRACT

The technique of thermographic measurement by infrared is proving to be a non-intrusive detecting method fast to run and simple. An infrared camera measures and reproduces in images the infrared radiation emitted by objects. Since radiation results from the surface temperature of the object, the camera calculates and shows that temperature. In this work was used the technique of infrared thermography to detect structural elements and moisture within masonry walls. Was used an infrared camera Flir® i7 with a temperature range of -20 to 250 ° C, resolution of 120x120 (14,400 pixels) and thermal sensitivity of 0.1 °C. Two buildings were inspected with over 50 years of use. The results showed efficiency in detecting and mapping structures and moisture inside of masonry walls.

Keywords: Termographic, Masonry Walls; Structural Elements; Dampness.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento tecnológico das últimas décadas proporcionou o aparecimento de equipamentos de inspeção utilizados em diversos campos das engenharias. Esses equipamentos fazem uso de variadas regiões do espetro eletromagnético, tais como equipamentos de raios X, gama, infravermelhos etc.[1].

A termografia utiliza a banda espectral de infravermelhos. Na extremidade da onda curta a fronteira se situa no limite da percepção visual, na área do vermelho. Na extremidade da onda longa, funde-se com os comprimentos de onda das micro-ondas e radioelétricas, em escala de milímetros.[3]

Como a radiação resulta da temperatura de superfície do corpo, pode-se dizer que a termografia é a percepção da temperatura superficial desse corpo, uma vez que todo o corpo com temperatura acima de -273°C emite radiação térmica [2]. A câmera termográfica capta a radiação infravermelha emitida pelo objeto, transforma essa radiação em sinais elétricos e gera uma imagem térmica do corpo, apresentando tons de cinza ou falsas cores para diferentes temperaturas [3].

Todos os objetos com uma temperatura superior ao zero absoluto podem ser vistos às escuras através de câmaras termográficas, uma vez que emitem radiação infravermelha. Quanto maior for a temperatura do objeto, maior será a quantidade de radiação infravermelha por ele emitida. Essa radiação pode ser representada de forma visível através de termogramas, onde as diferentes temperaturas da superfície do objeto são apresentadas com diferentes tons de cinza ou cores, numa escala escolhida pelo utilizador [4]. Esta tecnologia, inicialmente usada para fins militares especializados, tem evoluído e hoje já está sendo utilizada em variados campos. [3]

Geralmente a detecção de manifestações patológicas internas às paredes de alvenaria é feita com a aplicação de alguma técnica, geralmente destrutiva, causando danos à edificação. [5]

Umas das patologias recorrentes no interior de paredes de alvenarias é a umidade. Esta patologia representa um dos problemas mais difíceis de serem corrigidos dentro da construção civil visto que, para uma precisa intervenção, seus focos devem ser previamente detectados. É possível detectar danos provocados pela umidade e ou infiltrações de água no interior das paredes por meio de uma câmera de infravermelhos.

A presença de água altera a condutividade térmica e a capacidade térmica de um material de construção. Poderá também alterar a temperatura da superfície do material devido à refrigeração por evaporação da água. A área da parede danificada possui uma capacidade de

condução de calor e capacidade térmica para armazenar calor diferente da capacidade do material que a rodeia.[3]

Outra aplicação da termografia é em edificações antigas onde não mais se tem acesso ao projeto estrutural original. Nestes casos, quando elementos estruturais que se localizam no interior de paredes de alvenaria precisam ser localizados e terem suas dimensões estimadas, geralmente são utilizados métodos onde parte das alvenarias são destruídas para que se possa ter acesso a esses elementos. Esses elementos estruturais são constituídos por materiais com emissividade diferente daqueles das paredes de alvenaria e, portanto, emitem diferentes intensidades de radiação infravermelha, o que possibilita sua identificação nos termogramas.

Por exemplo: sabe-se que o concreto possui emissividade média na faixa entre 0,95 a 0,97, enquanto o tijolo possui emissividade média na faixa entre 0,88 a 0,93.[3]

2. METODOLOGIA

Para análise termográfica foi utilizada uma câmera termográfica FLIR® i7 com as seguintes especificações:

Amplitude de Temperatura	(0^0C a 250 °C)
Precisão	±2^0C ou ±2% de leitura para uma temperatura ambiente de 10^0 a 35^0C
Sensibilidade Térmica	< 0,1 °C
Resolução de Infravermelhos	120 x 120 pixels
Tela LCD	2,8”
Peso	340g

A Figura 1 mostra a câmera termográfica utilizada.



Figura 1 – Câmera termográfica FLIR® i7

Foi utilizada uma câmera OLYMPUS T-110 de 12 megapixels para se fotografar as superfícies das paredes estudadas.

A câmera termográfica possui uma paleta de cores que pode ser vista à direita dos termogramas mostrados nas Figuras 4 e 5. Essa paleta pode ser configurada pelo usuário. Serão utilizados termogramas em tons de cinza e coloridos. Como o objetivo do trabalho é apenas detecção de umidade e localização de elementos estruturais dentro de parede de alvenaria, não será traçado gráfico das temperaturas presentes nas superfícies estudadas e mostradas nos termogramas, visto que, para chegarmos ao objetivo do trabalho, precisaremos apenas da observação das variações térmicas nas superfícies.

A câmera permite realizar as medidas por ponto ou por área. Neste trabalho as medidas serão feitas pontualmente.

Para detecção de foco de umidade no interior de parede foi escolhida uma parede pertencente a um prédio com mais de cinquenta anos de utilização onde apresentava manchas de bolor em sua superfície, mostrada na Figura 2.



Figura 2 - Parede com umidade presente em sua superfície onde se quer localizar os locais de maior e menor incidência dessa umidade em seu interior.

Para detecção de elementos estruturais localizados no interior de uma parede também foi escolhido uma edificação com mais de cinquenta anos de utilização, mostrada na Figura 3.



Figura 3 - Parede em que se quer detectar elementos estruturais em seu interior.

3. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

A Figura 4 mostra um termograma localizando os focos de umidade no interior da parede mostrada na Figura 2. Foram utilizadas dois tipos de paleta de cores.

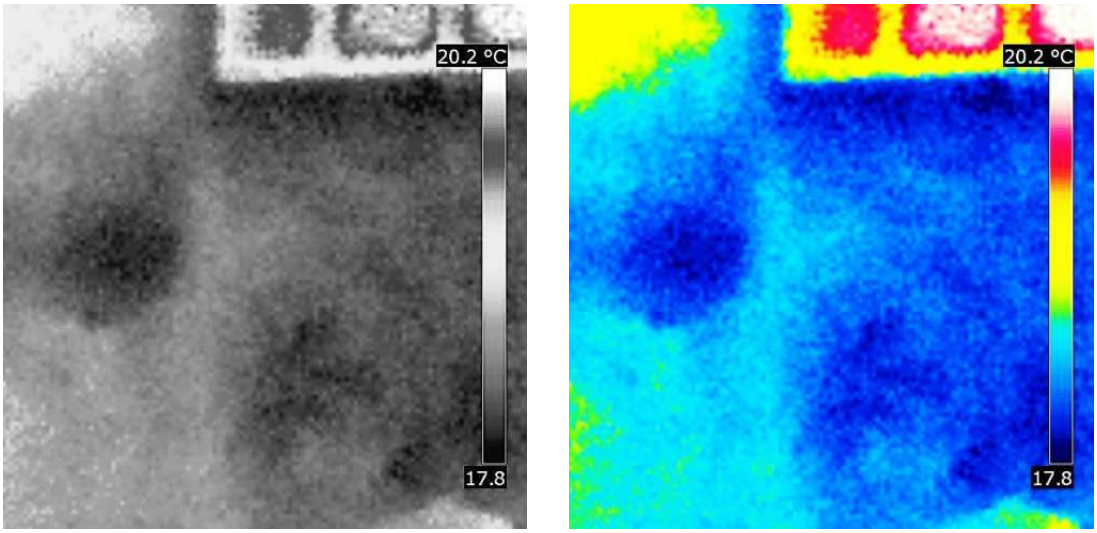


Figura 4 - Termograma localizando os focos de umidade no interior da parede estudada. Paleta em tons de cinza (esquerda) e Paleta colorida (direita).

A umidade observada no termograma é mais nítida do que na imagem normal. Isso se deve ao fato da água possuir uma propriedade de condução de calor diferente do material da alvenaria fazendo com que a área da parede danificada possua uma capacidade de condução de calor e uma capacidade térmica para armazenar calor diferente da capacidade do material que a rodeia.

Dessa maneira ao registrar a imagem térmica a água infiltrada na alvenaria, por demorar a entrar em equilíbrio térmico com o material da parede, é facilmente detectada.

Pode-se ver pela diferença de tonalidade no termograma onde estão os locais onde devem ser trabalhados para se localizar os prováveis focos da infiltração.

Por simples observação superficial não é possível se ter uma estimativa da área interna já afetada pela umidade.

A Figura 5 mostra um termograma localizando os elementos estruturais presentes no interior da parede mostrada na Figura 3. Foram utilizadas dois tipos de paleta de cores.

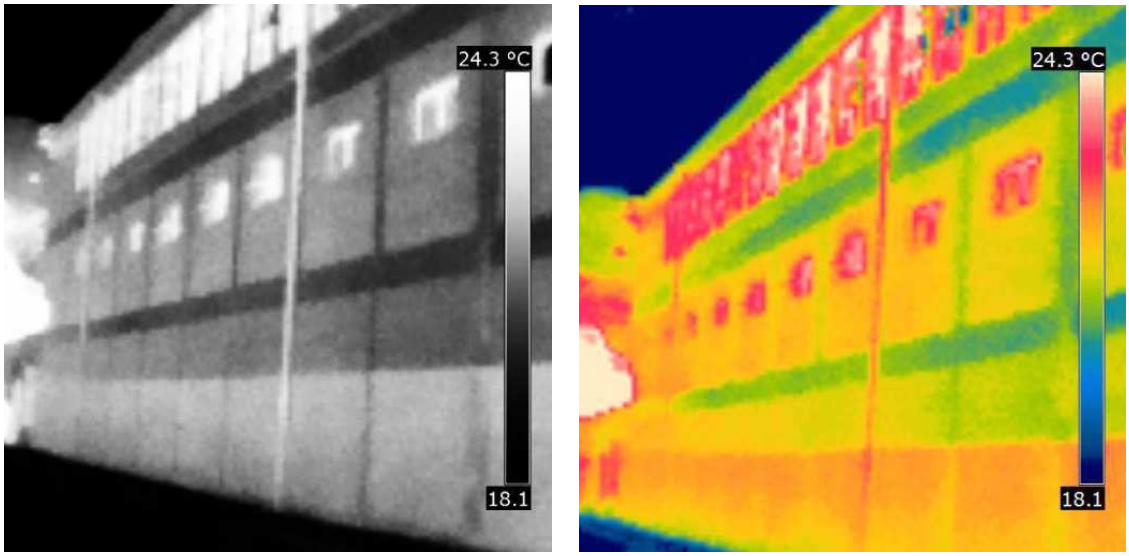


Figura 5 - Termograma localizando os elementos estruturais presentes no interior da parede estudada. Paleta em tons de cinza (esquerda) e Paleta colorida (direita).

Pode-se observar no termograma que as vigas e pilares internos à alvenaria foram precisamente localizados. Por meio do termograma e de posse de uma dimensão conhecida da edificação pode-se estimar as dimensões dos elementos estruturais localizados.

Observa-se que a parte inferior da parede apresenta uma coloração diferente, mostrando que existe uma modificação do material utilizado nessa área. Isto pode ser confirmado observando a área chapiscada localizada na parte inferior da parede mostrada na Figura 3.

Os vãos das janelas e dutos de drenagem também podem ser identificados no termograma por serem constituídos por materiais com emissividade diferentes e, portanto, emitirem diferentes intensidades de radiação infravermelha.

4. CONCLUSÕES

Os resultados observados através dos termogramas mostraram que no caso da parede com umidade, pode-se detectar a presença da umidade interna e onde ela é mais concentrada, localizando assim, possíveis focos. Também se pode ver a extensão dessa umidade no interior da parede, o que não pode ser visto apenas pela observação visual de sua superfície.

No caso da parede com elementos estruturais internos, pode-se ver que estes elementos estruturais foram perfeitamente localizados podendo, inclusive, se ter uma estimativa de dimensão para pilares e vigas.

Conclui-se que o método da termografia utilizando-se a câmera infravermelha se mostrou como um método de detecção não destrutivo rápido, não intrusivo e simples de ser executado. Os resultados obtidos foram satisfatórios mostrando eficiência na detecção de umidade no interior de paredes de alvenaria e no mapeamento de estruturas no interior de paredes.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) pelo apoio para o desenvolvimento desta pesquisa.

6. REFERÊNCIAS

[1] CORTIZO, E. C. **Avaliação da técnica de termografia infravermelha para identificação de estruturas ocultas e diagnósticos de anomalias em edificações: ênfase em edificações do patrimônio histórico**. 2007. 177 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Minas Gerais. Minas Gerais.

[2] BARREIRA, E. S. B. M. **Aplicação da termologia ao estudo do comportamento higrotérmico dos edifícios.** 2004. 196 f. Dissertação (Mestrado em Construção de Edifícios) – Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto.

[3] FLIR, **ThermaCAM Researcher Professional.** 2010**.** (Version 2.10).

[4]MONCÓ, E. G. **La humedad como causa de patologias em monumentos**: desarrollo de nuevas técnicas de análisis no destructivo basadas em termografia infrarroja. 2002. 212 f. Tese (Doutorado em Ciências Físicas) – Departamento de Materiais, Universidade Complutense de Madrid, Madrid.

[5]MAZER, W. **Diagnóstico das patologias. Curso de Especialização em Patologia das Construções.** 2001. Notas de Aula. Disponível em: <http://pessoal.utfpr.edu.br/wmazer/arquivos/Notas_Aula_Diagnostico.pdf>. Acesso em: 06/JULHO/2013.