

Artigo para Publicação

Versão final

Julho 2005
AC05105LIS/ENG

Termografia por Infravermelhos Aplicações em Edifícios

Luís Viegas Mendonça
(lvm@spybuilding.com)





Termografia por Infravermelhos Aplicações em Edifícios

Luís Viegas Mendonça*

Sumário

O presente artigo descreve a utilização da termografia por infravermelhos em edifícios. Trata-se de uma técnica de ensaio largamente utilizada na América do Norte e nalguns países da Europa, há mais de duas décadas, quer em inspeções estruturais, quer em inspeções de outras características da construção.

A inspeção termográfica provou ser um método de ensaio não destrutivo eficaz, económico e preciso, quando comparado com outros métodos de teste. É um método extremamente útil para, por exemplo, fazer a análise das condições de isolamento térmico da envolvente de um edifício.

* Engenheiro civil sénior 18823 O.E.
Director da **SpyBuilding** – Inspeção de Edifícios Lda.
Professor Universitário (Universidade Lusíada e Universidade Católica)
Doutorando na Universidade de Salford, UK.
Termógrafo credenciado em "Infrared Building Science", pelo Infrared Training Center/Building Science Institute, Boston, USA.

1. Introdução

1.1. Radiação Infravermelha

Os raios infravermelhos fazem parte do espectro electromagnético. Este tipo de radiação, no vácuo, desloca-se à velocidade da luz, relativamente ao observador. A visão humana apenas detecta uma pequena parte desse espectro, cujo comprimento de onda se situa entre $0,4 \mu\text{m}$ e $0,7 \mu\text{m}$.

Os raios infravermelhos têm um comprimento de onda superior aos visíveis, podendo ser divididos em ondas curtas ($2-5 \mu\text{m}$) e ondas longas ($8-14 \mu\text{m}$). Radiação infravermelha é sinónimo de radiação de calor.

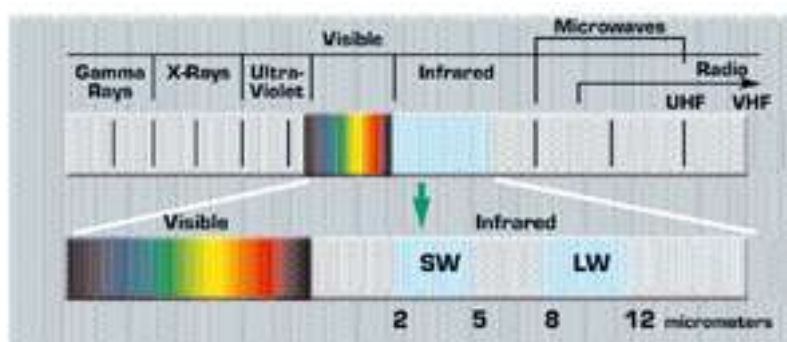


Fig. 1 - Espectro electromagnético

Os raios caloríficos, como o seu descobridor, Herschel, lhes chamou em 1800, são hoje conhecidos como raios infravermelhos. Quanto mais quente está o objecto, maior é a radiação.

Todos os objectos emitem radiação infravermelha. A intensidade da radiação emitida depende de dois factores: a temperatura do objecto e a capacidade do objecto de emitir radiação. Esta última é conhecida por emissividade e é uma característica do material e da superfície.

1.2. O que é a termografia por infravermelhos?

Existe uma lei da Física que diz que todos os materiais com uma temperatura acima do zero absoluto (-273°C) radiam calor.

A termografia por infravermelhos (TI) consiste na captação de imagens de calor, não visíveis pelo olho humano, através de uma câmara termográfica.

A imagem infravermelha deve ser acompanhada por uma medição térmica precisa, para poder reflectir as condições reais de um objecto.

A análise dos dados obtidos por inspecção termográfica é fundamental e deve ser baseada no conhecimento adquirido em formação especializada e consolidado com a experiência ao longo dos anos.

1.3. Equipamento

A inspecção termográfica por infravermelhos é realizada utilizando essencialmente câmaras termográficas, e alguns equipamentos acessórios, consoante os casos, tais como, por exemplo termómetros de contacto (para permitir a determinação da emissividade) ou medidores de radiação térmica.



Fig. 2 - Câmara termográfica FLIR, termómetro de contacto e medidor de radiação

Uma câmara de termografia por infravermelhos é um aparelho que detecta energia infravermelha (calor), a converte em sinal eléctrico e produz imagens, efectuando cálculos de temperatura.

A radiação calorífica está próxima da radiação luminosa visível, e pertence à vulgarmente chamada radiação electromagnética. Apesar de até ao momento apenas se ter referido radiação, quem utilizar esta tecnologia estará interessado apenas nas temperaturas relativas. Como a relação entre radiação e temperatura é uma lei física, tornou-se possível que as câmaras termográficas meçam radiação e a convertam em temperatura.

1.4. Termografia em edifícios

A termografia por infravermelhos tem inúmeras aplicações em edifícios. Pode ser utilizada para detecção de causas de patologias verificadas visualmente, tal como pode ser empregada como instrumento de engenharia preventiva, descobrindo patologias ainda não aparentes mas já embrionárias, ou para fazer a análise das condições de isolamento térmico da envolvente.

As aplicações da TI em edifícios são diversas, tais como detecção de infiltrações ou fugas de água não visíveis, localização de redes interiores ou análise térmica dos edifícios.

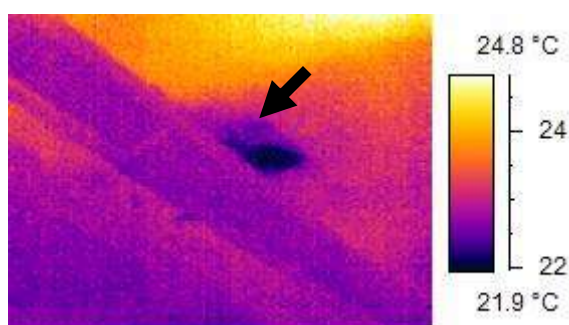


Fig. 3 - Exemplo de detecção de uma infiltração de água não visível

Numa inspecção termográfica são produzidas imagens, os termogramas, e registadas as respectivas temperaturas ao longo da superfície. Após análise dos dados recolhidos, através de *software* apropriado, torna-se possível tirar conclusões precisas e indicar as medidas preventivas ou correctivas adequadas.

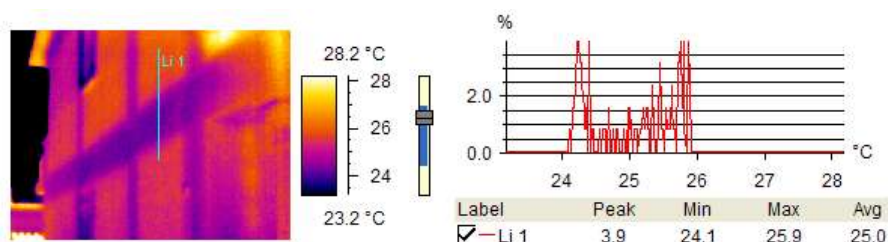


Fig. 4 - Análise de uma ponte térmica numa fachada

Note-se que a termografia poderá ser sempre acompanhada, complementada, ou aferida por outros equipamentos, quando existir a necessidade de determinação de temperaturas precisas. Nestes casos torna-se necessário determinar as emissividades dos materiais com precisão, bem como introduzir outros parâmetros na câmara termográfica. No entanto, em geral, o que se pretende saber é a diferença de temperatura aproximada e não a temperatura absoluta.

Pode ainda utilizar-se uma câmara termográfica para determinar quais os locais com probabilidade de condensação superficial (desde que a mesma possua módulo de determinação do ponto de saturação). Para tal torna-se necessário determinar a temperatura e a humidade relativa do interior da habitação.

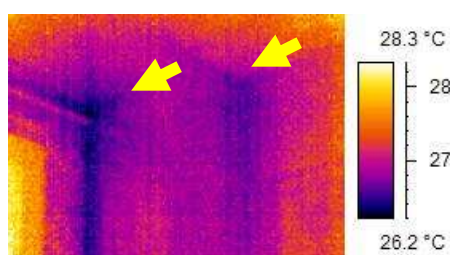


Fig. 5 - Zonas com maior probabilidade de condensação

2. A termografia na análise térmica da envolvente do edifício

2.1. Introdução

Para que um fluxo de energia térmica exista tem que existir uma fonte de calor. Para que a termografia seja aplicável teremos que ter diferenciais térmicos entre o interior e o exterior.

No verão, durante o período diurno, a acção solar, aquecendo a superfície do edifício a inspeccionar fornecerá a energia requerida. Durante o período da noite o processo poderá, ou não (dependendo das condições climatéricas do local), ser o inverso, funcionando o interior como fonte de calor para o meio ambiente mais frio. No Inverno, dado o aquecimento das casas, será o interior das habitações a fonte de calor.

O ponto importante é que para se poder utilizar a termografia por infravermelhos o calor tem que fluir através da envolvente. Não interessa em que direcção o faz, mas recorde-se que a energia calorífica se dirige sempre da zona mais quente para a mais fria.

Outro factor a considerar quando se utiliza a termografia para medir diferenciais de temperatura no edifício, originados por anomalias, é o estado da superfície da área a testar. A capacidade que um material tem de radiar energia é medida pela emissividade do material (a qual é definida como sendo a capacidade que o material tem para radiar energia comparada com a de um "corpo negro perfeito", o qual apresenta uma emissividade=1). Esta é uma propriedade da superfície. A emissividade depende do material em si, mas é maior para superfícies rugosas e menor para superfícies lisas. Por exemplo, o betão pode apresentar uma emissividade de 0,95, enquanto o cobre pode ter uma emissividade de apenas 0,05.

Por último, o terceiro factor que afecta a medição de temperatura é o meio ambiente. Existem vários parâmetros que influenciam a medição da temperatura superficial:

- Radiação solar: os testes devem ser efectuados em períodos do dia ou da noite em que a radiação solar, ou a sua inexistência, produza o mais rápido aquecimento, ou arrefecimento, da superfície do edifício.
- Nuvens: as nuvens reflectem a radiação infravermelha, atrasando a transferência de calor para o exterior. Assim, as medições nocturnas devem ser efectuadas em períodos em que existam poucas ou nenhuma nuvens, afim de estar assegurada uma transferência mais eficaz da energia.
- Velocidade do vento: os ventos fortes têm um efeito de arrefecimento e reduzem as temperaturas superficiais. As medições só devem ser realizadas com velocidades de vento inferiores a 25 km/h.
- Humidade da superfície: a humidade tende a dispersar o calor na superfície e a "esconder" os diferenciais térmicos. As medições não devem ser efectuadas quando o edifício estiver sujeito à acção da chuva ou da neve.

Se as condições correctas para ensaio estiverem reunidas, cada anomalia do isolamento da envolvente do edifício apresentará uma temperatura diferente, tal como no caso de existirem pontes térmicas. Caso a envolvente esteja correctamente isolada térmicamente, as fachadas apresentarão uma cor uniforme.

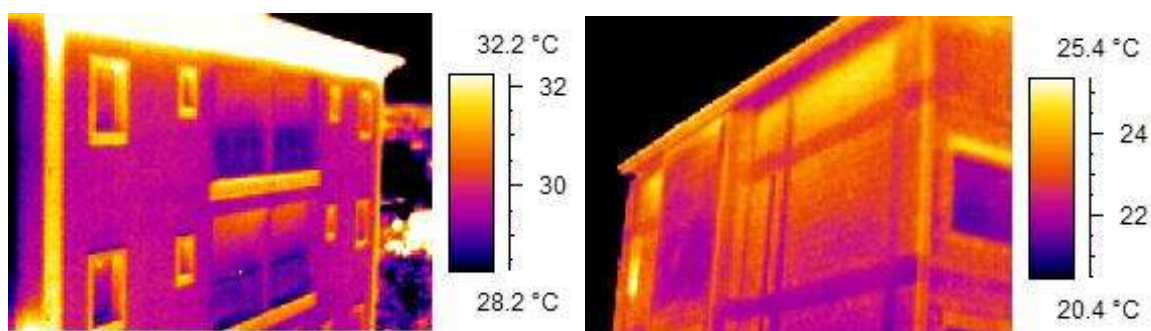


Fig. 6 - Edifício com isolamento correcto (esq.) e edifício com pontes térmicas (dir.)

Como se pode observar nas imagens acima, ao contrário do edifício da esquerda, o da direita não tem o isolamento térmico correctamente executado, pelo que existirão perdas de calor através da estrutura. Este facto irá provocar o aumento do gasto anual com energia para aquecimento/arrefecimento.

Com base na termografia e em tabelas de coeficientes de condutividade térmica dos vários materiais, é possível verificar, com precisão e rapidez, se o edifício apresenta as condições exigidas pela legislação referente a condições de conforto térmico em edifícios.

Note-se que é sempre necessário ter em atenção a hipótese de reflexão, por parte de edifícios vizinhos.

2.4. Vantagens da TI na análise térmica

A termografia por infravermelhos, para a determinação das condições de isolamento da envolvente dos edifícios, e consequentemente das condições de conforto térmico, apresenta vantagens significativas sobre os testes invasivos (tais como perfurações localizadas) bem como sobre outras técnicas de ensaios não destrutivos.

A vantagem evidente da termografia sobre testes invasivos é a não existência de destruição de nenhuma zona da envolvente durante o ensaio. Isto resulta

em redução do tempo de inspeção, da quantidade de trabalho, do equipamento necessário, etc. Não provoca pó nem origina detritos.

O equipamento de termografia por infravermelhos é seguro, não emitindo qualquer tipo de radiação. Apenas regista a radiação emitida pelo material. O seu funcionamento é idêntico ao de um termómetro, só que muito mais eficiente.



Fig. 7 – Funcionamento esquemático de uma câmara termográfica

A última e mais importante vantagem da termografia por infravermelhos é que é uma técnica de teste de áreas, enquanto que os outros métodos de ensaio, quer destrutivos, quer não destrutivos, são técnicas de ensaio em pontos localizados ou em linhas. A termografia permite apresentar uma imagem bi-dimensional da superfície analisada, mostrando a extensão e localização das anomalias detectadas, procedendo-se, nesses casos, a testes pontuais, mas com localização específica e previamente determinada pela análise dos termogramas.

3. Conclusões

A termografia por infravermelhos é utilizada na inspeção de construções há mais de 30 anos, embora não o seja em Portugal. Ao longo deste período ficou demonstrado tratar-se de uma das tecnologias de ensaio não destrutivas que apresenta maior precisão, economia e eficácia.

Apesar da simplicidade da recolha de dados, este ensaio não deve ser realizado (e muito menos os dados analisados) por pessoas sem formação específica em termografia aplicada a edifícios e sem conhecimentos na área da engenharia. Uma má interpretação dos resultados pode subverter toda a realidade.

A TI é o único método de ensaio não destrutivo que abrange áreas em vez de pontos ou linhas. Esta técnica apresenta uma rapidez e eficiência de análise da envolvente de um edifício que não é igualada por nenhuma outra metodologia.

Bibliografia

ITC (2005). *Applications of Infrared Thermography for the Inspection of Commercial and Residential Buildings*. Infrared Training Center & Building Science Institute. Boston. USA.

Mendonça, L. (2005). *Condensações em Edifícios*. Revista Arquitectura & Vida (em publicação).

Wood, S. (2004). *Non-Invasive Roof Leak Detection Using Infrared Thermography*. Proceedings of Inframation 2004. Infrared Training Center. Boston. USA.

Kleinfeld, J. (2004). *IR for Detection of Exterior Wall Moisture and Delamination: A Case Study and Comparison to FEA Predictions*. Proceedings of Inframation 2004. Infrared Training Center. Boston. USA.