

METODOLOGIA DE APLICAÇÃO DA TERMOGRAFIA NA AVALIAÇÃO DA INTEGRIDADE ESTRUTURAL DE OBRAS DE ARTE

Sinthya Gonçalves Tavares

Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Minas Gerais - Av. Antônio Carlos 6627 – Pampulha – Belo Horizonte – MG – Brasil – 31270-901 – gtavar@terra.com.br

Roberto Márcio de Andrade

Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Minas Gerais - Av. Antônio Carlos 6627 – Pampulha – Belo Horizonte – MG – Brasil – 31270-901 – rma@ufmg.br

Resumo. *Apesar do amplo espectro aplicativo, a utilização da termografia no monitoramento de obras de arte é ainda pouco explorada, mesmo em países como a Itália, onde os incentivos à preservação de bens culturais é notoriamente maior do que no Brasil. A desvalorização da técnica talvez esteja relacionada a opinião comum de que a termografia produz resultados pouco confiáveis nesta área. Tal idéia foi alimentada, parte pela euforia dos setores ligados à preservação de bens culturais com as respostas oriundas das outras técnicas não destrutivas, parte pela inexistência de um procedimento padrão para a aplicação da termografia, o que gerou freqüentes alarmes falsos de irregularidades. Por outro lado, a técnica comprovou uma boa capacidade de identificar descolamentos, presença de umidade e falhas internas em estruturas. Neste trabalho, serão apresentados as metodologias possíveis de aplicação da técnica em obras de arte e os resultados obtidos em amostras onde foram simulados descolamentos e falhas internas. Os procedimentos experimentais foram realizados nos laboratórios do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).*

Palavras-chave: *Ensaio térmico não destrutivo, Diagnose em obras de arte, Metodologias experimentais, Termografia, Preservação de bens culturais*

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, tem crescido bastante a utilização de técnicas não destrutivas no diagnóstico arquitetônico e industrial, como parte dos programas de manutenção preventiva e preditiva. Entre as técnicas não invasivas, a Avaliação Térmica não Destrutiva, conhecida na literatura como ‘Non Destructive Thermal Evaluation’ (NDTE), é uma das mais empregadas (Grinzato, Bison and Marinetti, 2002).

A capacidade de identificar defeitos internos, de maneira não intrusiva, tem feito da termografia uma escolha viável, na diagnose da integridade de obras de arte. Segundo Grinzato et al (2002), é justamente a característica não destrutiva e não intrusiva da técnica que tem incentivado pesquisas e tornado a termografia ferramenta indispensável em diversos programas internacionais voltados à conservação de bens culturais.

Os primeiros trabalhos científicos, que relatam a utilização da termografia no monitoramento de obras de arte, surgiram nos últimos anos da década de 70, sendo a maioria oriundos de pesquisas realizadas na Itália (Rosina and Grinzato, 2001). Tal interesse é reflexo da grande concentração de monumentos artísticos e prédios históricos naquele país de importância cultural mundialmente

reconhecida e da inegável participação da indústria do turismo na economia italiana. Com este panorama, em 1979, um grande projeto de restauração financiado pelo ‘Istituto Centrale per il Restauro’ do ‘Ministero per i Beni e Attività Culturale’ utilizou dados termográficos e de medidas meteorológicas para estabelecer as condições microclimáticas no interior de igrejas históricas em Roma, decidindo por um efetivo programa de conservação e preservação de afrescos (Carlomagno and Meola, 2001).

Os resultados iniciais, embora satisfatórios, não foram suficientes para vencer a desconfiança dos setores ligados à preservação de bens culturais na capacidade do NDTE no diagnóstico preventivo de defeitos. Tal desconfiança foi ainda alimentada pela euforia gerada com as respostas oriundas das outras técnicas não destrutivas e, principalmente, pela inexistência de um procedimento padrão para a aplicação da termografia, o que gerou freqüentes alarmes falsos de irregularidades.

Vencer a incredulidade do setor na capacidade da termografia em diagnosticar e localizar corretamente defeitos em obras de arte passa, necessariamente, pelo conhecimento das limitações impostas pela própria característica da técnica. Estas dificuldades não se encontram restritas somente ao conhecimento das características térmicas do material sob investigação, bem como aos problemas ligados a grande dispersão das ondas térmicas nos meios sólidos. Ao contrário, torna-se importante o conhecimento e controle das condições ambientais presentes durante o ensaio (Titman, 2001), assim como a perfeita manipulação do equipamento e interpretação correta da imagem obtida. Além disto, existe a dificuldade em se depositar uma grande quantidade de energia, de maneira uniforme, sobre a superfície do objeto em análise, em um relativo curto espaço de tempo. Outras dificuldades presentes são relacionadas à interferência das perdas de calor sobre o contraste das imagens, à determinação da emissividade da superfície da amostra, à limitação na detecção de defeitos em regiões mais profundas (Maldague, 2000), e à possibilidade de danos à superfície da obra devido à necessidade da excitação térmica. Segundo Carlomagno and Meola (2001), estes problemas podem ser minimizados com a escolha correta do método termográfico.

A termografia tem comprovado sua eficácia em diversos estudos, sobretudo nos últimos anos. Os aprimoramentos introduzidos na parte óptica e nos sensores das termocâmeras, a interligação do sistema de aquisição de imagens a microcomputadores, os melhoramentos no tratamento de sinal, a possibilidade de implementação de modelos numéricos que permitam a validação dos resultados, têm permitido a realização de análises mais completas da informação térmica obtida, ampliando os resultados meramente qualitativos dos estudos iniciais.

O processo de restauração de um afresco envolve diversas fases: avaliação inicial, intervenção, inspeção final. A definição de metodologias de aplicação da NDTE *in situ*, sugeridas por laboratórios especializados no final da década de 80, e aperfeiçoadas ao longo dos anos, tem incentivado a utilização da termografia nas diversas fases do processo de restauração, desde a avaliação inicial até o encerramento dos trabalhos de campo, constituindo ferramenta do plano de manutenção pós intervenção (Grinzato, 1997 e Rosina and Grinzato, 2001). Exemplos desta avaliação podem ser encontrados em trabalhos como os de Grinzato and Rosina (2001), Grinzato, Bison and Marinetti (2002) e Grinzato et al. (2002), que descrevem os resultados obtidos no programa ‘Cultural Heritage Project’ financiado pelo ‘Consiglio Nazionale delle Ricerche’ italiano e na aplicação da técnica em afrescos de Giotto contidos na Capela Scrovegni em Padova.

Para que a termografia ratifique definitivamente sua importância na avaliação da integridade de obras de arte, torna-se necessário maiores conhecimentos sobre a técnica, suas limitações e incertezas inerentes ao processo de medição, assim como uma análise sobre as possibilidades de implementação da metodologia, sobretudo do ponto de vista da excitação térmica.

2. CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS

Segundo Clark, McCann and Forde (2003), a termografia pode ser definida como uma técnica para converter a radiação térmica infravermelha, invisível ao olho humano, em imagem. Segundo

Giorleo and Meola (2002), a termografia é uma técnica não destrutiva, utilizada na medição do campo de temperatura instantâneo da superfície de todos os tipos de materiais.

No caso da análise de afrescos, espera-se obter uma distribuição de temperatura uniforme nas seções onde o material é homogêneo. A presença de defeito, por sua vez, devido a variação das propriedades do material no ponto onde estão presentes as falhas, influencia o processo de difusão de calor, representando uma barreira ao fluxo normal de calor. O resultado é um campo de temperatura não uniforme (Tavares and Andrade, 2003).

Já do ponto de vista da estimulação térmica, a termografia pode ser classificada em ativa e passiva.

Na termografia passiva, condições de contorno naturais são utilizadas na análise, uma vez que nenhuma excitação térmica é utilizada. Embora, a termografia passiva na avaliação de obras de arte seja a mais desejável, devido ao caráter totalmente não intrusivo, em alguns casos, onde deseja-se obter resultados com características mais quantitativas, prefere-se a termografia ativa (Tavares and Andrade, 2003).

Basicamente, três técnicas termográficas são empregáveis neste caso: a termografia pulsada, ou 'Pulsed Thermography' (PT), a termografia modulada (MT), também nomeada na bibliografia como 'Lock-in', e a termografia pulsada por fase, ou 'Pulse Phase Thermography' (PPT).

Na PT, a energia térmica é fornecida ao material em forma de um pulso quadrado que propaga-se através de ondas de calor, da superfície do material para o seu interior, obedecendo a lei de difusão de Fourier (Maldague and Marinetti, 1996). A temperatura da superfície é mapeada em regime transitório durante o processo de resfriamento. Profundidade, dimensões características e resistência térmica dos defeitos podem ser estimados por processamento de sinal. O problema mais crítico da PT está relacionado às variações de emissividade da superfície e à dificuldade em obter-se um aquecimento uniforme, o que pode mascarar os resultados (Carlomagno and Meola, 2001). Por outro lado, as vantagens na sua aplicação estão na facilidade de implementação e desenvolvimento do campo de temperatura além da sua rapidez de resposta.

A MT foi descrita inicialmente por Carlomagno and Bernardi (1976) e exaustivamente estudada nos anos seguintes (Rosencwaig and Busse, 1980; Busse, 1982; Karpen et al, 1994; Wu et al, 1996 e Wu and Busse, 1997). Os pulsos de energia utilizados são ondas térmicas de formato senoidal, gerando uma resposta da amostra também senoidal, cujas amplitude e fase dependem da freqüência de entrada (Maldague and Marinetti, 1996). A grande vantagem de aplicação da MT na avaliação de falhas internas em obras de arte é que ela requer baixíssimos diferenciais de temperatura, o que minimiza a possibilidade de danos (Carlomagno and Meola, 2001). Outra vantagem da MT é a sua baixa sensibilidade ao aquecimento uniforme, além da possibilidade de inspeção de áreas mais amplas e da detecção de defeitos de menores dimensões, limitada pela resolução espacial da termocâmera, (Maldague and Marinetti, 1996).

A PPT combina as vantagens da PT e MT (Carlomagno and Meola, 2001, e Maldague and Marinetti, 2002). A amostra é aquecida como na PT, em que ondas térmicas de diversas freqüências são lançadas sobre o material, porém, devido à aplicação da transformada de Fourier, os resultados são apresentados em termos da amplitude, da freqüência e da fase, como da MT. A grande vantagem da PPT é a sua capacidade de identificar defeitos menores do que aqueles identificáveis pela MT, com uma velocidade de resposta bem menor, como na PT. Porém, grandes diferenciais de temperatura são necessários, restringindo a aplicação da técnica em monumentos que não sofrem restrições quanto a este fator. Maiores detalhes sobre as características de cada uma das técnicas de excitação térmica aplicáveis em obras de arte podem também ser vistos em Maldague and Marinetti (1996), Maldague and Marinetti (2002) e Tavares and Andrade (2003).

No caso deste estudo, tentou-se, inicialmente, aplicar a termografia passiva, utilizando como fonte de excitação térmica apenas o aquecimento natural provocado pelo sol. Devido a condições climáticas desfavoráveis ocorridas durante os procedimentos experimentais, as condições de contorno naturais não foram suficientes para provocar um diferencial de temperatura apropriado na amostra, nas seções onde estavam presentes as falhas, em relação às seções integras, dentro da faixa

de sensibilidade da termocâmera utilizada. Uma vez que a amostra não tinham restrições quanto à temperatura, optou-se por um aquecimento artificial.

3. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Os ensaios foram realizados nos laboratórios do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Optou-se pela construção de uma parede com estrutura de alvenaria de tijolos comuns, dispostos em duas camadas, afim de simular a espessura das paredes medievais europeias e do período barroco mineiro. Para a cobertura, utilizou-se argamassa já prontamente misturada. A espessura da cobertura foi controlada.

Dividiu-se a parede em três seções, cada qual de 70cm de largura, 20cm profundidade e 30cm de altura, coberta por uma camada de tinta diferente, nas cores azul, vermelha e amarela. Com isto, buscou-se avaliar a influência das cores sobre os resultados. A escolha por estas três cores deve-se à sua predominância em afrescos tanto europeus quanto do continente americano.

A parede utilizada é representada, esquematicamente, na Fig. (1), onde todas as cotas estão expressas em milímetros.

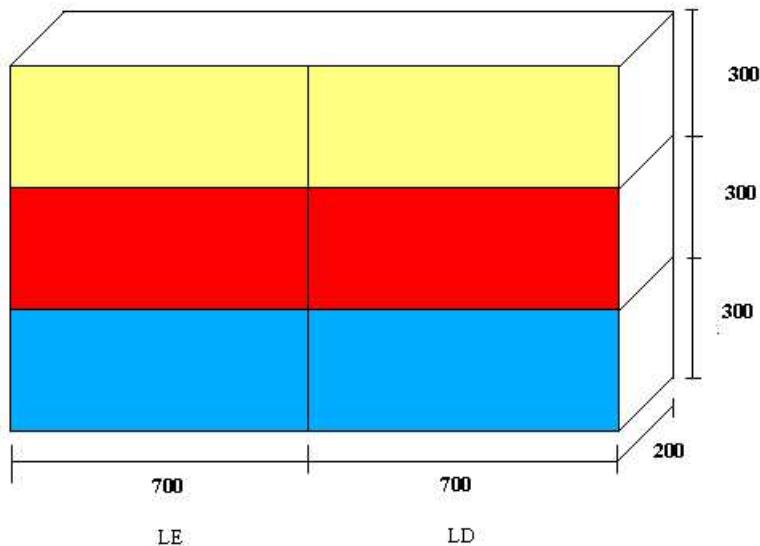


Figura 1. Parede utilizada nos ensaios

Falhas internas foram simuladas através da introdução de isopor entre as camadas de reboco, em cada uma das faixas de cores. Do lado direito, LD, as falhas foram introduzidas sobre uma primeira camada de reboco, de 2 mm de espessura, e uma segunda camada de reboco, também de 2 mm de espessura. Do lado esquerdo, LE, as falhas também foram introduzidas sobre a primeira camada de reboco de 2 mm de espessura, porém, sob uma camada de reboco de 4 mm de espessura. Com isto buscou-se avaliar o efeito da profundidade na identificação dos defeitos, ou seja, avaliar a capacidade da técnica em detectar falhas posicionadas a uma maior profundidade da superfície. As dimensões, tanto das falhas como das camadas de reboco simuladas, estão detalhadas nas Fig. (2) e (3). Todas as falhas possuíam espessura igual a 2 mm.

Conforme citado, condições climáticas desfavoráveis, caracterizadas pela ausência de incidência solar direta, não permitiram a utilização de condições de contorno naturais na realização dos ensaios. Para resolver o problema, optou-se pelo aquecimento artificial da superfície da parede, obtido com a utilização de aquecedor elétrico com potência de 2,8 kW. O aquecedor foi instalado bem próximo à área de teste, cobrindo-a totalmente, e mantido naquela posição por 1 minuto. Tal procedimento visava o aquecimento uniforme de cada seção sob observação. O mesmo intervalo de aquecimento foi utilizado para o LD e LE de cada uma das faixas de cores, tendo sido definido experimentalmente em termos da saturação da imagem. Após o tempo necessário à excitação térmica, as imagens de cada seção foram tomadas durante o período de resfriamento.

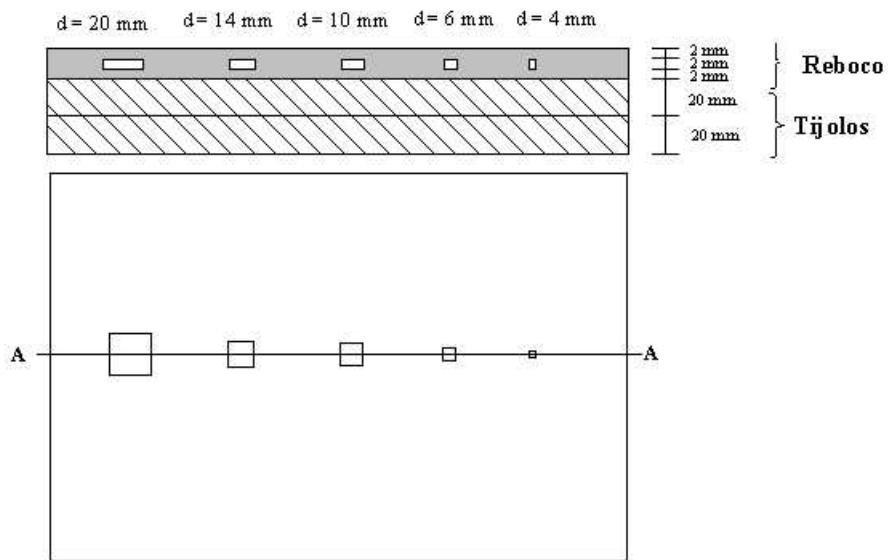


Figura. 2. Detalhe falhas – LD

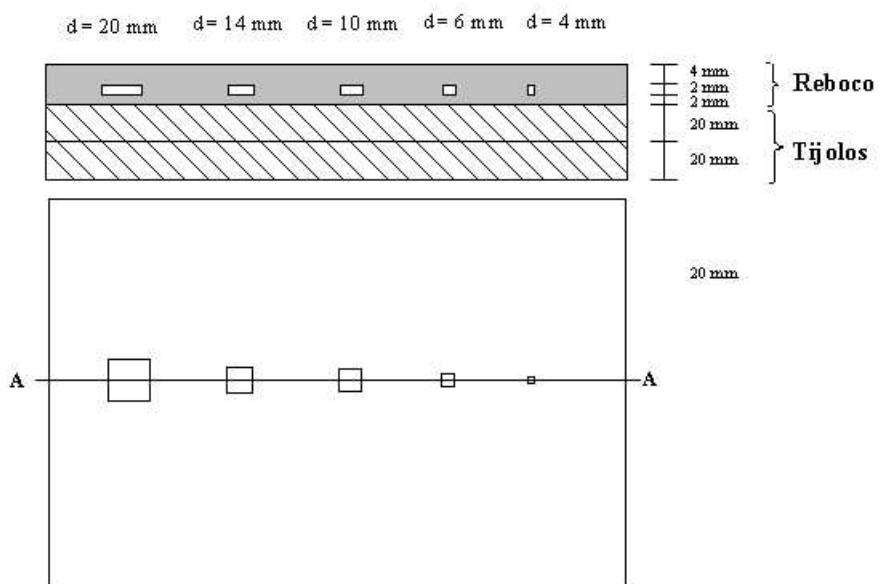


Figura 3. Detalhe falhas – LE

A temperatura da amostra foi também monitorada através de termopares tipo K, instalados ao longo e superficialmente à mesma. Os valores obtidos pelos termopares, observada a incerteza do resultado, foram considerados ‘verdadeiros convencionais’, tendo sido utilizados para o ajuste da termocâmera.

A termocâmera Cyclops TI35+ Thermal Imager, utilizada nos testes, foi disposta a uma distância de 2,10m da superfície das amostras, atendendo a menor distância necessária descrita pelo fabricante do equipamento, definida em 1,0m. A emissividade utilizada na termocâmera foi de 0,95. A Tabela (1) descreve as demais características do equipamento.

Os ensaios foram realizados durante o mês de Janeiro de 2004, sendo a temperatura ambiente média durante o período de testes de 28,6°C. Cabe salientar que o valor da incerteza listado na Tab.1 aplica-se somente quando as variáveis envolvidas nos processo de medição são perfeitamente controladas e conhecidas. Trabalhos, como de Tavares and Andrade (2003), têm já apresentado

metodologias de avaliação de incerteza levando-se em conta as fontes externas e intrínsecas de incerteza envolvidas no processo de medição.

Tabela 1. Características da termocâmera Cyclops TI35

ITEM	ESPECIFICAÇÃO
Freqüência de operação	25Hz
Distância focal	0,5m até infinito
Faixa de temperatura observável (baseado na temperatura de corpo negro)	-20°C a 1500°C,
Ruído equivalente a diferença de temperatura (para 30°C no corpo negro)	0,5°C
Campo de visão	16° (horizontal) x 16° (vertical)
Sistema de resfriamento do detetor	Termoelétrico
Resposta espectral	‘L’ Range- 3,5 to 5 µm; ‘M’ Range - 3,9µm; ‘H’ Range - 3,9µm.
Incerteza de Medição	± 1°C
Tendência	+ 2,6°C

4. RESULTADOS

A Figura (4) representa o resfriamento do lado esquerdo, LE, das seções pintadas com a cor amarela (zona 1), vermelha (zona 2) e azul (zona 3). Neste caso, as falhas encontravam-se entre a primeira e segunda camada de reboco à uma profundidade de 4 mm da superfície. Os tempos indicados referem-se ao período decorrido após a retirada da fonte térmica das seções, nas quais as imagens foram feitas.

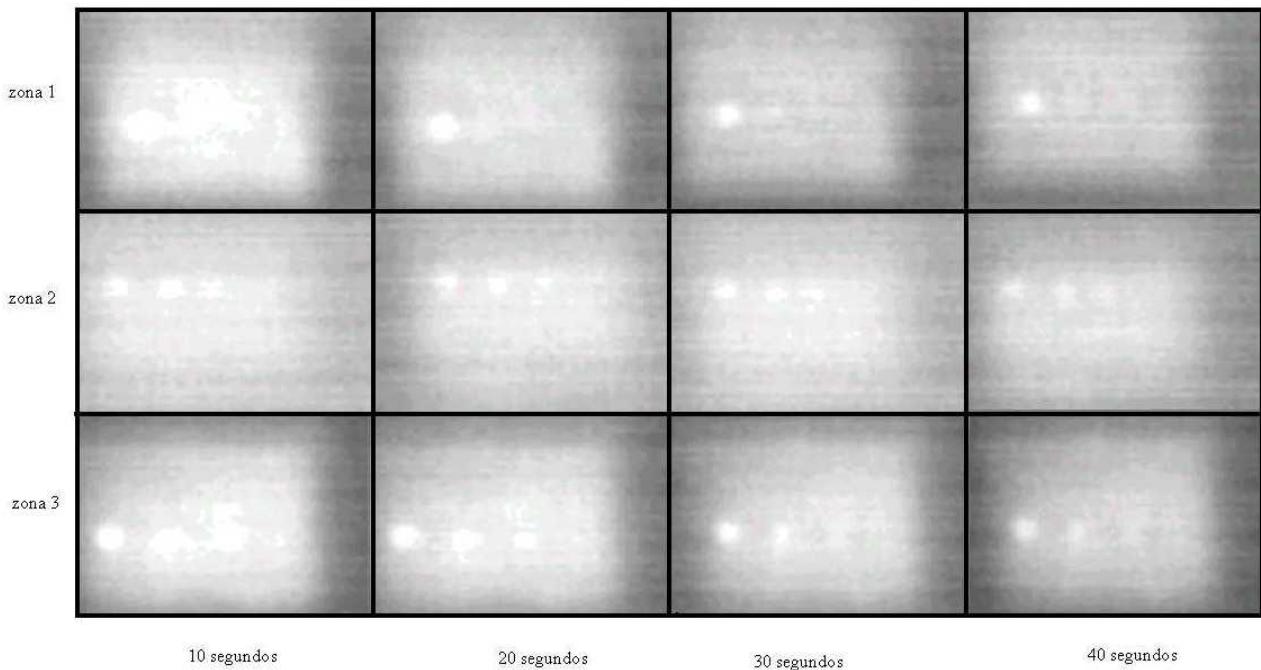


Figura 4. Imagens termográficas do LE da amostra

No caso do lado esquerdo da amostra, quando as falhas apresentavam-se mais profundas, apesar da técnica ter sido capaz de identificar a presença de alguns pontos de temperatura mais alta

(caracterizada pela menor intensidade da cor negra), não foi possível associar, com segurança, estes pontos às falhas internas.

A Figura (5) representa o resfriamento do lado direito, LD, das seções pintadas com a cor amarela (zona 1), vermelha (zona 2) e azul (zona 3). Neste caso, as falhas encontravam-se entre a segunda e terceira camada de reboco à uma profundidade de 2mm da superfície. Os tempos referem-se ao tempo decorrido após a retirada da fonte térmica das seções, nas quais as imagens foram feitas.

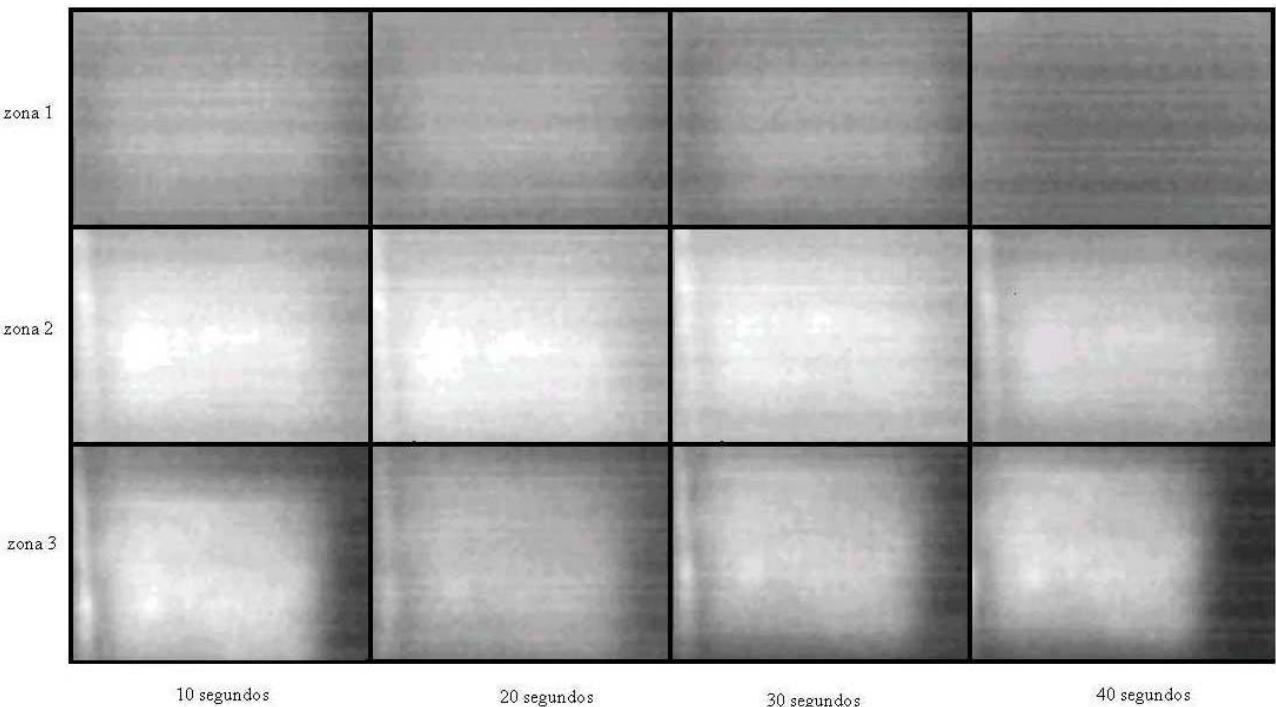


Figura 5. Imagens termográficas do LD da amostra

Neste caso, as falhas com largura de 20mm e 14mm e, em alguns casos, as falhas de 10mm foram identificáveis pela técnica. O que facilitou esta identificação foi o fato delas estarem localizadas mais superficialmente. Faz-se necessário a utilização de programas de tratamento de imagem mais adequados do que aqueles disponibilizados, para a identificação das falhas de menores dimensões e localizadas em pontos mais profundos da amostra. Com certeza, a utilização de técnicas de excitação mais apropriadas para este caso (como a PPT) também melhorariam os resultados.

Não foi constatada nenhuma influência das cores nos resultados. Esta situação não constituiu surpresa, uma vez que, na faixa de comprimento de onda do infravermelho, a influência das cores passa a não ser significativa.

5. CONCLUSÕES

Nos últimos anos tem crescido muito a utilização de técnicas não destrutivas no diagnóstico da integridade de obras de arte. Porém, vencer a incredulidade ainda existente da capacidade da termografia em diagnosticar e localizar corretamente defeitos em obras de arte passa, necessariamente, pelo conhecimento das limitações impostas pela própria característica da técnica. Estas dificuldades não se encontram restritas somente ao conhecimento das características térmicas do material sob investigação como também aos problemas ligados a grande dispersão das ondas térmicas nos meios sólidos. Torna-se importante, portanto, a escolha da técnica de excitação

térmica, o conhecimento e controle das condições ambientais presentes durante o ensaio, assim como a perfeita manipulação do equipamento e interpretação correta da imagem obtida.

Ensaios experimentais foram realizados nos laboratórios do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), onde foi utilizada uma amostra, recoberta por tinta de cores diferentes, e na qual foram simuladas falhas internas localizadas a profundidades diferentes.

No caso do lado esquerdo da amostra, quando as falhas apresentavam-se mais profundas (4 mm da superfície), apesar da técnica ter sido capaz de identificar a presença de alguns pontos de temperatura mais alta (caracterizada pela menor intensidade da cor negra), não foi possível associar, com segurança, estes pontos às falhas internas.

No lado direito da amostra foi possível identificar as falhas com largura igual a 20mm e 14mm e, em alguns casos, as de 10mm. O que facilitou esta identificação foi o fato delas estarem localizadas mais superficialmente (2mm da superfície). Faz-se necessário a utilização de programas de tratamento de imagem mais adequados do que aqueles disponibilizados para a identificação das falhas de menores dimensões e localizadas em pontos mais profundos da amostra. A utilização de técnicas de excitação mais apropriadas para este caso (como a PPT) também melhorariam os resultados.

Não foi constatada nenhuma influência das cores nos resultados. Esta situação não constituiu surpresa uma vez que, no comprimento de onda do infravermelho, a influência das cores não é significativa.

6. AGRADECIMENTOS

As autores agradecem ao Laboratório Kelvin, da Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais, pelo apoio na realização do presente trabalho.

7. REFERÊNCIAS

- Busse, G., 1982, "Optoacoustic and Photothermal Material Inspection Techniques" *Applied Optical*, Vol. 21, pp. 107-110.
- Carlomagno, G. M., and Bernardi, P. G., 1976, "Unsteady Thermotopography in Non Destructive Testing", C. Warren Editor, *Proceedings of the III Infrared Information Exchange*, St. Louis, USA, pp. 33-40.
- Carlomagno, G. M. and Meola, C., 2001, "Infrared Thermography in the Restoration of Cultural Properties", Conference 4360, Thermosense XXIII, *Proceedings of SPIE*, Vol. 4360, pp. 203 – 216.
- Clark, M., McCann, D. M., Forde, M. C., 2003, "Application of Infrared Thermography to the Non-Destructive Testing of Concrete and Masonry Bridges", *NDT&E International*, Vol.36 , pp. 265-275.
- Giorleo, G., and Meola, C., 2002, "Comparison Between Pulsed and Modulated Thermography in Glass-Epoxy Laminates", *NDT&E International*, Vol. 35, pp. 287-292.
- Grinzato E., and Rosina E., 2001, "Infrared and Thermal Testing for Conservation of Historic Building", Chapter 18, Part 5, *Non Destructive Handbook*, third edition, volume 3, *Infrared and Thermal Testing*, ASNT Columbus (OH) USA.
- Grinzato, E., 1997, "Stato dell'Arte sulle Tecniche Termografiche per il Controllo Non Distruttivo e Principali Applicazioni", *Conferenza Nazionale PND-MD*, Associazione Italiana Prove non Distruttive, Vol. 1, pp. 130-152.
- Grinzato, E., Bison, P. G., and Marinetti S., 2002, "Monitoring of Ancient Buildings by Thermal Method", *Journal of Cultural Heritage*, Vol. 3, pp. 21-29.
- Grinzato, E., Bressan, C., Marinetti, S., Bison, P. G., and Bonacina, C., 2002, "Monitoring of the Scrovegni Chapel by IR Thermography: Giotto at Infrared", *Infrared Physics & Technology*, Vol. 43, pp. 165-169.

- Karpen, W., Wu, D., Steegmuller R., and Busse, G., 1994, "Depth Profiling of Orientation in Laminates with Local Lock-in Thermography", Qirt 94, D. Balageas, G. Busse and G. M. Carlomagno Editors, EETI Editions, pp. 281-286.
- Maldaque, X., 2000, "Applications of Infrared Thermography in Non Destructive Evaluation", Trends in Optical Nondestructive Testing (invited chapter), Pramod Rastogi, Editor, pp. 591-609.
- Maldaque X., and Marinetti S., 1996, "Pulse Phase Infrared Thermography", Journal of Applied Physics, Vol. 79, pp. 2694-2698.
- Maldaque X., and Marinetti S., 2002, "Advances in Pulse Phase Infrared Thermography", Infrared Physics & Technology, Vol. 43, pp. 175-181.
- Rosencwaig, A., and Busse, G., 1980, "High Resolution Photoacoustic Thermal Wave Microscopy", Applied Physics Letter, vVol 36, pp. 725-727.
- Rosina, E., and Grinzato, E., 2001, "Infrared and Thermal Testing for Conservation of Historic Buildings", American Society for Nondestructive Testing Journal, Vol. 59, No 8, pp. 125-132.
- Tavares, S. G. and Andrade, R. M., 2003 "Metodologia de Ensaio e Análise de Incerteza na Aplicação da Termografia", Anais do III Congresso Brasileiro de Metrologia, Recife, PB.
- Titman, D. J., 2001, "Applications of Thermography in Non-Destructive Testing of Structures", NDT&E International, vol. 34, pp. 149-154.
- Wu, D., and Busse, G., 1997, "NDT of Materials Using Lock-in Thermography", NDTnet, Vol.2, No.08, www.ndt.net/article/dresd97/wu/wu.htm#2.
- Wu, D., Salerno, A., Malter U., Aoki, R., Kochendorfer, R. Kachele, P. K, K. Woithe, Pfister, K., and Busse, G., 1996, "Inspection of Aircraft Structural Components Using Lock-in Thermography", Qirt 94, D. Balageas, G. Busse and G. M. Carlomagno Editors, EETI Editions pp. 251-256.

METHODOLOGY OF APPLICATION OF THE THERMOGRAPHY IN THE EVALUATION OF STRUCTURAL INTEGRITY OF WORKS OF ART

Sinthya Gonçalves Tavares

Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Minas Gerais - Av. Antônio Carlos 6627 – Pampulha – Belo Horizonte – MG – Brasil – 31270-901 – gtavar@terra.com.br

Roberto Márcio de Andrade

Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Minas Gerais - Av. Antônio Carlos 6627 – Pampulha – Belo Horizonte – MG – Brasil – 31270-901 – rma@ufmg.br

Abstract. *In spite of the wide spectrum application, the use of the thermography in the monitoring of works of art is still little explored, even in countries as Italy, where the incentives to the preservation of cultural property are flagrantly larger than in Brazil. The depreciation of this technique is maybe related to the common opinion that the thermography produces little reliable results in this area. Such idea was fed in part due to the euphoria of the sections linked to the preservation of cultural property using other non destructive techniques and part due to the inexistence of a standard procedure for the application of the thermography. It has generated frequent false alarms of irregularities. On the other hand, the technique has shown a good capability to identify detachments, humidity presence and internal flaws in structures. In this work, the possible methodologies of application of the thermography in works of art will be presented and as well as the results obtained with some samples, where detachments and internal flaws had been simulated. The experimental procedures were accomplished at the laboratories of the Mechanical Engineering Department of the Universidade Federal de Minas Gerais.*

Keywords. *Non destructive thermal testing, Diagnosis in works of art, Experimental methodologies, Thermography, Preservation of cultural property*