

Inspeção de Estruturas de Concreto Com Uso de Câmera Termográfica – Primeiras Impressões

Gabriel Willian Braga¹, Luiz Araujo², Robson Gaiofatto², Victor Reis³

¹GW Soluções de Engenharia / Departamento de Estruturas/ gwse@engenhariagwse.com.br

²Encopetro Engenharia Estrutural / Departamento de Estruturas / encopetro@gmail.com

³Cardoso Reis Engenharia / Departamento de Estruturas/ cardosoreiseng@gmail.com

Resumo

A inspeção rotineira é uma atividade que tem como objetivo avaliar o estado de conservação de estruturas de concreto, fornecendo diretrizes para uma manutenção eficaz e de custo-benefício adequado. Com ambas as práticas, podem ser cumpridas as funções para as quais a estrutura foi construída e, possivelmente, ser estendida a sua vida útil. Baseado nesta premissa, este trabalho tem por objetivo apresentar uma técnica ainda não tão difundida no meio da inspeção: a termografia infravermelha constitui um ensaio não destrutivo de sensoriamento remoto, eficiente, útil e econômico para avaliação da edificação. Como há de ser visto, esta técnica pode ser muito útil também no que diz respeito à Vistoria Técnica de Edificações, obrigatória no Estado do Rio de Janeiro pela Lei 6.400/13. Este artigo irá apresentar as formas de utilização deste método, que pode identificar defeitos e delaminações no interior de estruturas, além de identificar infiltrações em alvenarias, localizar elementos estruturais e até superaquecimento de sistemas elétricos. O trabalho contém ainda alguns estudos de caso, como a inspeção de dois reservatórios, um semienterrado e um suspenso, e a vistoria da ponte ferroviária da antiga Estrada de Ferro D. Pedro II, localizada em Barão de Juparanã, Valença-RJ, e construída no século XIX. O uso da termografia nestes estudos apresentou resultados satisfatórios, apontando patologias que seriam de difícil identificação sem o equipamento.

Palavras-chave

Termografia; Vistoria Técnica; Inspeção; Ensaios Não Destrutivos

Introdução

A termografia infravermelha constitui uma técnica de avaliação sensorial que pode ser considerada como ensaio não destrutivo, e tem se mostrado como um método de ensaio eficiente, útil e econômico para avaliação e perícia técnica. É baseada no princípio fundamental de que anomalias abaixo da superfície dos materiais afetam o fluxo de calor através dos elementos de concreto armado. Assim, com esse método, é possível detectar, com precisão, grandes defeitos e delaminações no interior das estruturas de concreto, tais como tabuleiros de pontes, pavimentos de estradas, pisos de garagens, pavimentos de estacionamento e muros de arrimo, nas suas mais diversas variações.

Como uma técnica de ensaio, destaca-se dentre suas qualidades, a precisão, a repetitividade, a economia e a não inconveniência ao público durante a execução do ensaio (MALHOTRA & CARINO, 2004).

Esta técnica pode ser utilizada em diversos setores da engenharia, sendo eficaz ainda para a manutenção de instalações e sistemas elétricos, equipamentos mecânicos, sistemas de refrigeração e/ou aquecimento, isolamentos térmicos, infiltrações ou defeitos, anomalias e delaminações em estruturas.

Este trabalho tem por objetivo apresentar a utilização da referida técnica no que diz respeito à identificação de infiltrações, lixiviações e demais patologias em estruturas de concreto. Para isto, foi utilizada câmera termográfica modelo Flir One (figura 1), em diversas inspeções de estruturas, como ensaio complementar, buscando avaliar o estado de conservação destas.



Figura 1 - Câmera Termográfica Flir One

Termografia infravermelha

Termografia é a ciência que permite tirar fotografias da energia térmica dos materiais, e baseia-se no fenômeno físico de que todo objeto com temperatura acima de zero absoluto ($-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$), emite radiação eletromagnética em função da excitação das moléculas das quais é constituído. Todos os corpos que existem no planeta Terra irradiam energia sob a forma de raios infravermelhos. Com uma câmera termográfica é possível “ver” esta energia ou o calor que a olho “nu” não é possível, auxiliando assim, por meio da diferença de temperaturas, a identificação de áreas com possíveis ocorrências de problemas antes que eles ocorram. (TERMOGRAFIA BRASIL, 2010).

Quanto maior for a temperatura maior é a excitação molecular e, conseqüentemente, maior é a intensidade da radiação emitida. Assim, a temperatura de um objeto pode ser

determinada pela intensidade da radiação emitida por sua superfície, fato utilizado pela termografia para realizar medidas de temperatura e visualizar a distribuição térmica de uma determinada superfície, sem a necessidade de contato físico (SANTOS, 2012).

Inspecões de estruturas com câmara termográfica

Embora para a inspeção e manutenção de sistemas elétricos já existam diversas normas técnicas regulamentadas pela ABNT, para a inspeção de estruturas, ainda não se pode dizer o mesmo. Tendo em vista a inexistência de normas, a técnica vem sendo utilizada como ensaio complementar, buscando assim as primeiras impressões do que se pode obter com os ensaios em estruturas de concreto e desenvolvendo assim, um método padrão para esta técnica.

A seguir, são apresentados três estudos de caso, onde a termografia infravermelha foi aplicada e os resultados obtidos foram satisfatórios.

Piscina suspensa aquecida

Composta por sistema de concreto moldado “*in loco*” esta piscina foi construída há aproximadamente 15 anos, utilizando-se do sistema de lajes que se apoiam em vigas, que por sua vez se apoiam em pilares. A inspeção desta estrutura foi realizada após a verificação de que alguns pontos apresentavam armaduras expostas com deslocamento do concreto por conta de reações com caráter expansivo. Além da termografia, foram realizados outros ensaios, como avaliação da dureza superficial do concreto (esclerometria), determinação da profundidade de carbonatação, determinação do potencial de corrosão e detecção de barras de aço através de pacometria.

Neste caso, como é visto nas figuras 2, 3 e 4, a termografia ajudou a detectar pontos onde havia ocorrido expansão das armaduras devido à corrosão. Embora a expansão tenha quebrado a camada de cobrimento do concreto, esta não se desprende do restante da estrutura. Com a imagem termográfica, pode-se perceber uma região mais avermelhada ao lado da armadura já exposta. Após a investigação da região e retirada do material solto, pode-se chegar a novas armaduras, que já estavam despassivadas, como apresentado na figura 4.



Figura 2 - Região do reservatório com material solto

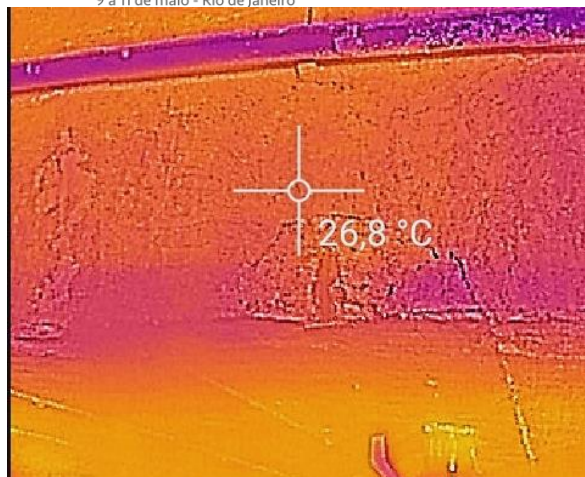


Figura 3 - Imagem termográfica da região do reservatório com material solto



Figura 4 - Armaduras expostas e corroídas após a retirada do material solto

Reservatório semienterrado

Este reservatório, construído há mais de 30 anos, foi inspecionado com o objetivo de elaboração de relatório de danos e patologias, além de projeto de recuperação e reforço, uma vez que apresentava diversas fissuras, infiltrações e vazamentos.

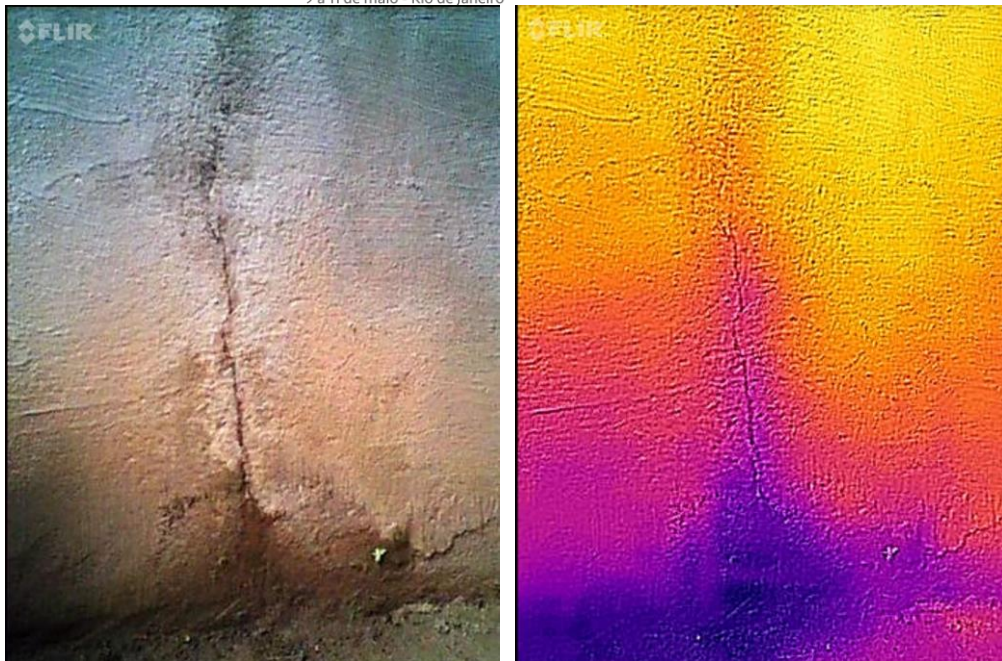


Figura 5 - Fissura gerando vazamento do reservatório

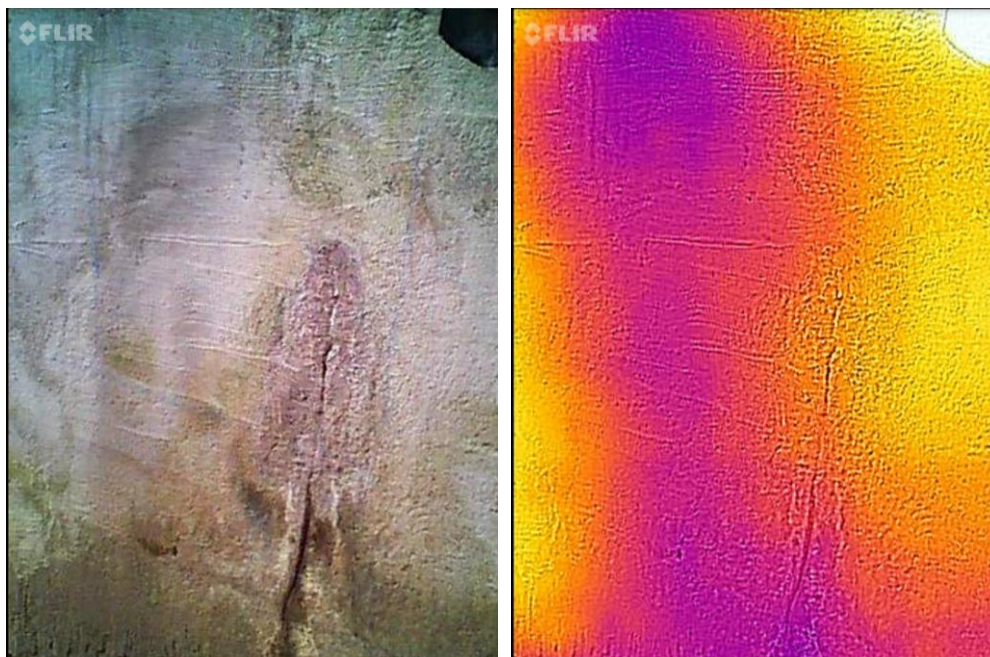


Figura 6 - Região de maior umidade se encontra ao lado da fissura

À exemplo do estudo de caso anterior, além da termografia, também foram realizados ensaios para avaliação da dureza superficial do concreto, profundidade de carbonatação, potencial de corrosão e pacometria.

Com o auxílio da termografia neste caso, foi possível identificar as fissuras com infiltrações ativas (figura 5), além das zonas com maior umidade, que não necessariamente se apresentavam sobre as fissuras (figura 6).



Figura 7 - Fissuras se acentuam com o aumento da profundidade do reservatório

Ponte Ferroviária

Parte da antiga Estrada de Ferro D. Pedro II, localizada em Barão de Juparanã, Valença, RJ, e construída no século XIX, esta ponte recebeu reparos e recuperação estrutural no ano de 2017. Para a inspeção desta obra de arte, mais uma vez foram realizados ensaios para avaliação da dureza superficial do concreto, profundidade de carbonatação, potencial de corrosão e pacometria, além da termografia, objetivo deste estudo.



Figura 8 - Ponte da antiga Estrada de Ferro D. Pedro II, Valença, RJ

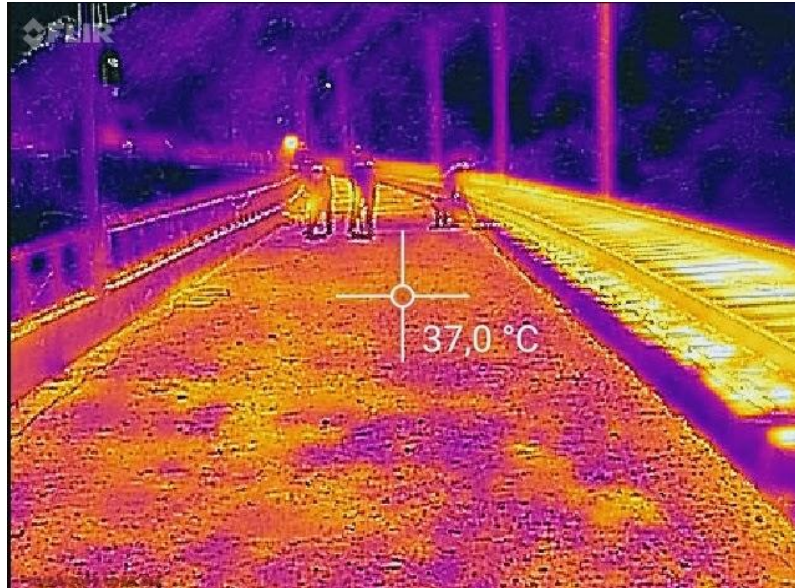


Figura 9 – Tabuleiro da Ponte (imagem térmica)



Figura 10 – Tabuleiro da Ponte e junta de dilatação

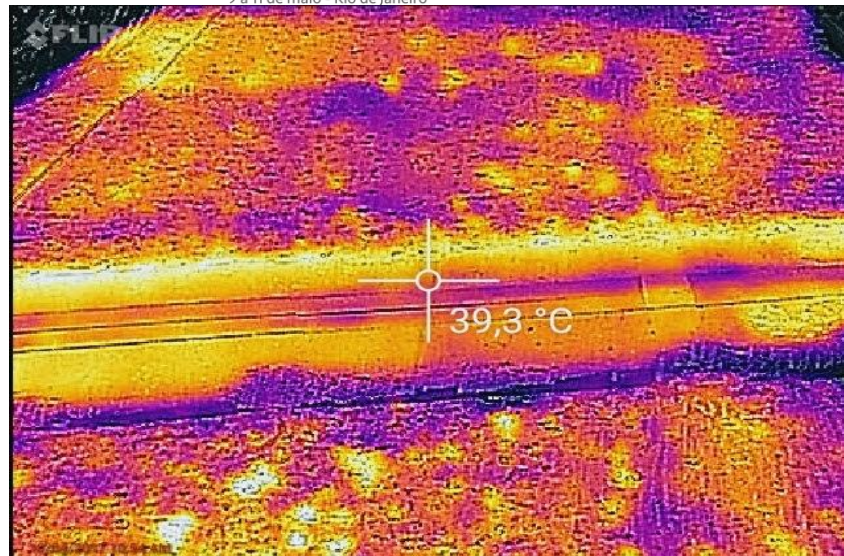


Figura 11 – Tabuleiro da Ponte e juntas de dilatação térmica (imagem térmica)



Figura 12 – Tabuleiro da Ponte (face inferior com tratamento em execução)

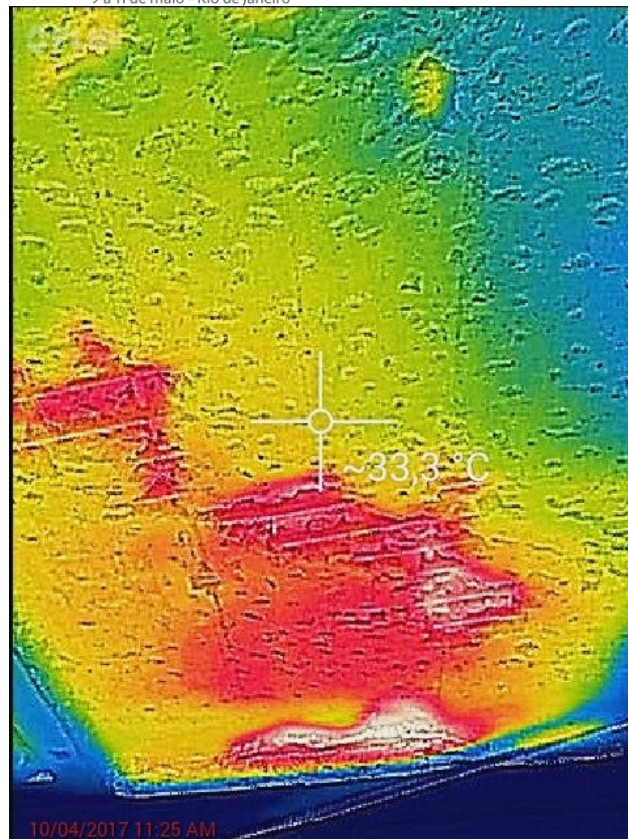


Figura 13 – Tabuleiro da Ponte face inferior com tratamento em execução (imagem térmica)

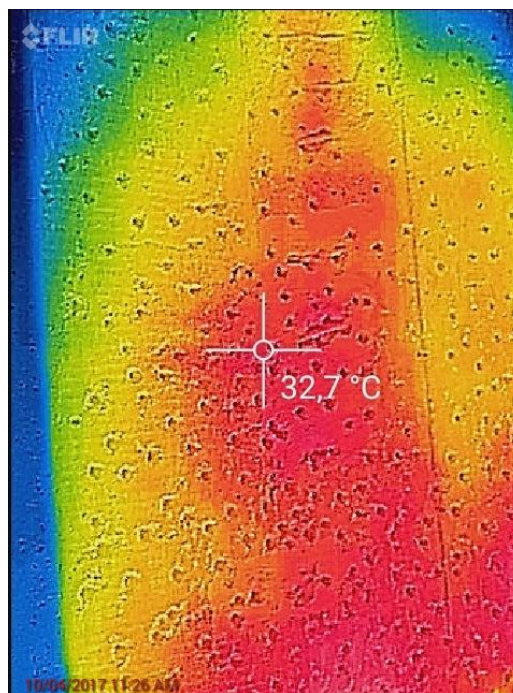


Figura 14 – Tabuleiro da Ponte face inferior sem tratamento (imagem térmica)

Baseado nas imagens anteriores é possível avaliar vários aspectos da estrutura através das imagens térmicas. Nas figuras 9 e 11, é possível perceber onde o tabuleiro está com maior ou menor capeamento de concreto. Já a figura 13 demarca a área onde está sendo feito o reparo (região avermelhada), mostrando que é possível demarcar estas áreas com a foto interpretação. Este resultado é confirmado na figura 14, que apresenta áreas que deverão ser abertas para procedimento de recuperação estrutural em vermelho, que se mostrou a cor característica das anomalias.

Conclusões

Como podemos observar neste artigo, a termografia se mostra uma ferramenta muito útil nas vistorias técnicas. No entanto, uma vez que não é normatizada para inspeções e análises de estruturas, não deve ser usada como único ensaio, e, sim, como mais uma alternativa para levar agilidade e eficiência nas captações e marcações de patologias instaladas nos elementos de concreto e maior riqueza das informações obtidas sobre a estrutura em análise.

Com isso, o referente artigo espera auxiliar na obtenção de parâmetros para que a técnica de termografia, seja mais bem estudada, difundida e regulamentada quanto a sua efetiva capacidade, fornecendo parâmetros normatizados para os mesmos.

Referências

MALHOTRA. V. M.; CARINO. N. J. Handbook of Nondestructive Testing of Concrete. 2. ed. Boca Ranton, CRC Press, 2004.

Métodos de ensaios não destrutivos para estruturas de concreto. Disponível em: <http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/151/artigo286643-2.aspx> (acesso em 10/02/2018)

SANTOS, L. “Classificação e Modelagem de Fatores de Influência sobre inspeções Termográficas em Ambientes Desabrigados”. 161 f. Dissertação (Doutor em Ciências em Engenharia Elétrica). 2012