A ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS *IN LOCO* UTILIZANDO A TERMOGRAFIA COMO ENSAIO NÃO DESTRUTIVO

ALVES, Nielsen; SOUSA, Jullyana 2;

1Universidade Católica de Brasília, Professor, Mestre, nielsenalves@terra.com.br
2Universidade Católica de Brasília, Estudante, jullyana.26@hotmail.com

RESUMO

O sistema de paredes de concreto moldadas *in loco* vem sendo muito utilizado no Brasil para construções populares, por se tratar de um sistema de construção rápido, barato e eficaz. Entretanto, tem-se observado um grande número de problemas relacionados à infiltração de água por fissuras que, muitas vezes, são imperceptíveis em um primeiro momento. Neste sentido, buscou-se nesse trabalho utilizar um método de ensaio não destrutivo que permita a identificação de problemas em um momento inicial, onde é possível a rápida correção. Dessa forma, o presente artigo traz uma análise da verificação de manifestações patológicas, através da termografia de infravermelho. Para tanto, foram analisadas duas obras na região do Distrito Federal, executadas em paredes de concreto, sendo uma delas de caráter popular com quatro pavimentos, e a outra voltada para a classe média, com dezessete pavimentos. Os ensaios foram realizados em diferentes momentos do dia, para avaliar também a influência da incidência solar e de períodos de chuva. Os resultados apontaram que a técnica de termografia é eficaz na detecção de falhas ocultas, quando as região são sujeitas a um aquecimento ou molhagem.

PALAVRAS CHAVE: Câmera termográfica; Manifestações patológicas; Paredes de concreto moldadas *in loco*.

ABSTRACT

The concrete walls system framed molded in situ has been widely used in Brazil to build buildings constructions communal, because it is a quick, cheap and an effective construction. However, it has been observed problems related to water infiltration, through fissures, that are often imperceptible at a first moment. The aim of this study was to use a method of non-destructive testing, able to identify these problems at a first moment, when is possible to fix on it quickly. This article presents an analysis of the pathological manifestations using infrared thermography. Therefore, were analyses two buildings in the region of Distrito Federal, executed in concrete walls, one of them is a kind of economic building with four floors, and the other one is a building, with seventeen floors. The tests were performed at different times of the day to evaluate the influence of solar and rain incidence. The results showed that the thermography technique is an effective method to detect hidden flaws failures when the region are submitted to heating or wetting.

KEYWORDS: Thermography camera; pathological manifestations; Concrete Wall.

1. INTRODUÇAO

A durabilidade, bem como, a qualidade das construções são parâmetros seguidos pela sociedade na hora de adquirir algum imóvel. A tecnologia de parede de concreto moldada *in loco* traz consigo a vantagem de diminuir sérios problemas, geralmente observados nas paredes de blocos cerâmicos. Com isso, tal tecnologia faz com que seja mais fácil atingir os parâmetros desejados pela sociedade.

Nesse sentido, a análise da integridade dessas construções exige uma observação não somente visual, mas também minuciosa e profunda, pois se trata de um sistema engessado, onde as instalações e esquadrias são incorporadas, parcialmente, na hora de sua execução. Porém, a identificação de qualquer manifestação patológica somente após sua aparição, diminui as alternativas de tratamento ou minimização do problema.

Pensando nisso, as empresas da construção civil têm buscado técnicas que possibilitam um rápido diagnóstico dos problemas, tornando-se possível a realização do tratamento adequado antes que se tenha sérios problemas.

Um dos métodos que vem sendo testados é a técnica de termografia infravermelha passiva, ou seja, sem a adição de energia externa, já que essa técnica tem-se mostrado muito eficiente em outros tipos de construção, principalmente nos países europeus.

Dentro desse escopo, é que este artigo objetiva verificar se a técnica de termografia infravermelha é adequada para o diagnóstico de problemas em paredes de concreto moldadas *in loco*. Para isso, foram escolhidos como objetos de estudo os empreendimentos Parque Riacho Fundo II, da construtora JC Gontijo, e Via Solare, da construtora Via, ambos em construção.

1.1 Termografia de infravermelho

A termografia de infravermelho é um ensaio ágil, eficaz e remoto, onde apenas a temperatura da estrutura e dos materiais que compõe a fachada de um edifício, importa para a identificação de possíveis problemas visíveis ou não a olho nu. É um método de estudo inovador e pouco utilizado e conhecido no Brasil, devido aos altos custos dos equipamentos. Inicialmente, foi posto em prática na Europa, onde hoje existe uma norma específica para a inspeção termográfica em um edifício, a ISO/EN 13187.

Por esse motivo, a utilização desta técnica tornou-se extensa e com diversas aplicações em vários tipos de construções, como: identificação de infiltração de ar e umidade; danos ou defeitos em isolamentos; erros de execução nas instalações; entre outros.

Na Europa, a termografia infravermelha é aplicada para a inspeção não destrutiva das edificações, pois ela oferece um grande potencial de avaliação térmica nesta região. Isso ocorre devido ao clima, que na maioria das vezes permanece frio ou úmido, dando uma melhor condição para os resultados obtidos nas imagens.

Seu principal uso está na identificação de problemas em instalações elétricas, pois conseqüências extremamentes graves podem vir a acontecer, como o derretimento de ligações do cabeamento quando ocorre uma ineficiência na corrente, que pode levar ao início de um incêndio. Com o auxílio da termografia infravermelha, como mostram as Figuras 1 e 2 abaixo, foi possível visualizar o ponto em que há uma grande intensidade da cor amarela e vermelha, mostrando o disjuntor que está superaquecido e que possivelmente encontra-se com problemas de funcionamento. Observa-se que sem o uso da termografia não seria possível identificá-lo, pois aparentemente o disjuntor encontra-se em perfeito estado.

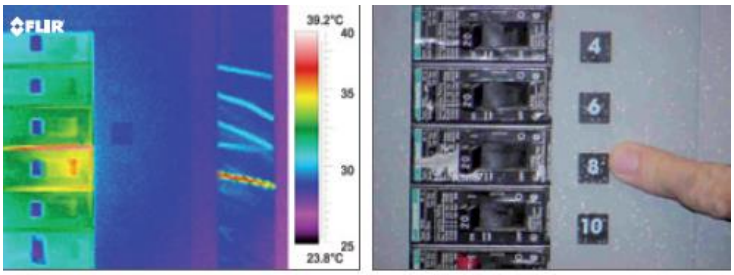

Figura 1 – Instalação elétrica com problemas. (FLIR , 2011)

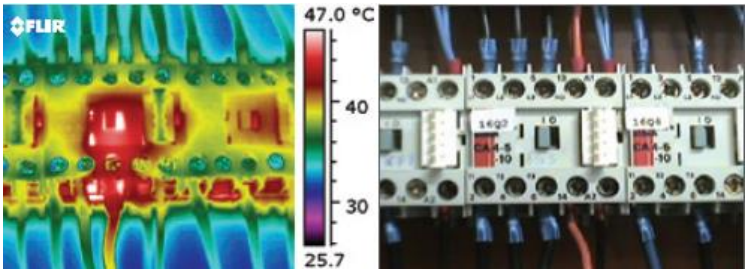

Figura 2 – Instalação elétrica com problemas. (FLIR , 2011)

Outra forma de utilização da termografia é a identificação de vazamentos em sistemas de aquecimento. As Figuras abaixo mostram uma construção sanduíche, que é composta basicamente por concreto, isolamento e concreto, muito comum na Europa e em países que possuem baixas temperaturas. É possível observar que aparentemente a superfície externa desta região não apresenta nenhum problema. Entretanto a imagem termográfica revela que o isolamento térmico está ineficiente, pois está permitindo a saída do ar quente. Essas fugas de ar quente geram um maior consumo de energia e muitas vezes causam problemas no sistema de ventilação.

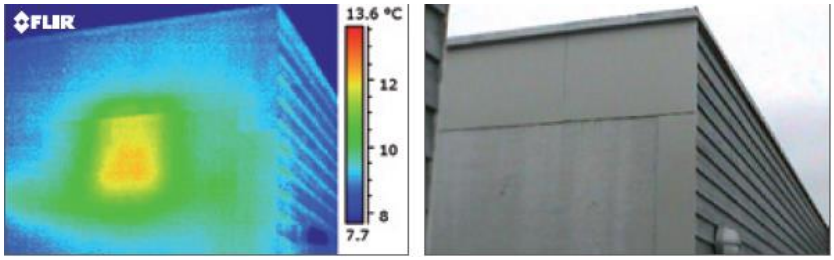

Figura 3 – Fuga do ar quente do interior para o exterior. (FLIR, 2011)

Este ensaio é considerado não destrutivo, pois não há necessidade de retirar corpos de prova para executá-lo, basta tirar fotos com a câmera termográfica do local em que se deseja estudar e avaliar a diferença de temperatura existente. Giorleo et al. (2002), apud Cortizo, (2007), afirma que a termografia é considerada uma técnica não destrutiva, utilizada para a medição de temperatura da superfície de todos os tipos de materiais.

Segundo Sakagami et al, (2002), apud Cortizo, (2007): "A termografia é uma das mais poderosas técnicas de medição de temperatura sem contato. (TAVARES, 2004)."

1.2 A câmera termográfica

As construções podem desenvolver ao longo do tempo manifestações patológicas que são invisíveis a olho nu, mas quando se utiliza a câmera de imagem térmica, as manifestações patológicas se tornam relativamente fáceis de identificar.

Segundo Wolfgang Böttcher, dono da termografia consultoria agência Böttcher Infrarotund, "A termografia é realmente uma ferramenta ideal para a construção de diagnósticos, porque você pode realmente ver onde o problema se encontra." Isso ocorre devido, a diferença de temperatura que o objeto em estudo pode apresentar, caso esteja com alguma manifestação patológica, causada pelos agentes externos ou por seu desgaste ao longo do tempo.

A câmera termográfica funciona através da radiação térmica ou infravermelha emitida por qualquer estrutura, corpo ou objeto que possuir uma temperatura superior a zero absoluto, isto é, -273°C, 0°K. De acordo com Incropera (2003), apud Cortizo, (2007), quando houver uma diferença de temperatura entre meios diferentes, ocorrerá uma transferência de calor, por meio da radiação, condução e convecção. Com isso, as anomalias que podem vir a existir no decorrer da distribuição de temperatura superficial de um corpo, são identificadas nas fotos desta câmera através de "manchas coloridas".

As fotos da câmera termográfica mostram que, um corpo ao emitir radiação visível em quantidade suficiente para adquirir luminosidade própria, aparecerá em cor vermelha transformando-se em laranja e amarelo à medida que a temperatura aumenta. Já quando

ocorrer o inverso, o corpo não emitir radiação, a cor azul aparecerá nas fotos modificando-se para o preto de acordo com a diminuição da temperatura.

Tal diferença de cores se torna possível devido à emissividade do objeto em estudo, ou seja, a medição da gama de radiação emitida pelo objeto quando comparada à que é emitida pelo corpo que absorve toda a radiação submetida sobre ele, em qualquer comprimento de onda, mais conhecido como corpo negro ideal.

Existem alguns fatores que influenciam na medição da temperatura através da câmera termográfica, dentre eles são: o vento, se possuir uma velocidade considerável pode afetar no resultado das imagens térmicas; uma fonte de calor externa, por exemplo, o sol, que pode alterar o fluxo normal de calor do interior para o exterior da fachada em estudo.

Portanto, recomenda-se que, as medições sejam realizadas na sombra e em áreas que a incidência de ventos seja pequena, para que não haja nenhuma interferência nos resultados.

1.3 Norma europeia EN 13187

O ensaio utilizando a termografia na construção civil começou a ser desenvolvido na Europa, onde o clima favorável possibilitou a obtenção de resultados precisos e coerentes. Como foi grande a difusão deste ensaio na região, logo se observou a necessidade de estabelecer uma norma que regulamenta pontos fundamentais para a inspeção das construções.

A norma EN 13187 - Comportamento térmico dos edifícios - Detecção qualitativa de irregularidades térmicas nas construções - método de infravermelho, foi criada em novembro de 1998, pelo Comitê Europeu de Normalização. O 6º parágrafo desta norma, contém uma série de pré-condições que devem ser levadas em conta ao realizar uma inspeção termográfica em construções. Dentre elas, as mais relevantes são as seguintes:

- A diferença entre a temperatura interna e externa deve ser suficiente para a detecção de irregularidades térmicas;

É necessário que haja um diferencial térmico para que seja possível uma visualização mais clara e eficaz.

- A pressão e a temperatura devem permanecer constantes;

Durante o ensaio se ocorrer uma variação considerável de pressão e/ou temperatura, os resultados obtidos podem ser alterados, gerando assim uma "falsa" visualização do problema, caso exista. Como relata Barreira - (2004), apud Mario - (2011), "se a temperatura estiver muito alta ou muito baixa, os sistemas de detecção de radiação infravermelha tornam-se menos estáveis".

- Não pode ocorrer luz solar direta;

Caso a presença do sol seja intensa sobre a região a ser estudada, os possíveis problemas podem não aparecerem nas fotos térmicas. Isso ocorre devido à falta de um diferencial de temperatura significante, pois com a forte incidência do sol faz com que as regiões que vierem a possuir presença de água, sequem totalmente mascarando o problema.

- Não pode ser realizado quando ocorrer uma variação significativa do vento;

A presença ou não de ventos intensos também influencia nos resultados das imagens térmicas. Segundo Mario - (2011), "o fluxo de ar incidindo na superfície exterior da fachada reduz a resistência térmica superficial. Este efeito é maior nos cantos, visto que a velocidade do vento é maior nesta área".

Contudo, este padrão de referência europeu é adequado para as inspeções realizadas na Europa ou em localidades com as mesmas condições térmicas ambientes. Em áreas que possuem temperatura ambiente, composição de fachada, luz do sol e outras condições locais diferentes da Europa, como o caso do Brasil, devem ser desenvolvidas recomendações específicas sobre a metodologia das inspeções.

1.4 Paredes de concreto moldadas *in loco*

Rapidez e agilidade são cada vez mais desejadas pelo atual sistema construtivo brasileiro. Um exemplo disso é a ascensão no mercado da parede de concreto moldada *in loco*, onde sua utilização permite adicionar parte das instalações e esquadrias, no momento de sua execução, diminuindo assim várias etapas antes seguidas da construção utilizando blocos cerâmicos. Segundo Téchne (junho, 2009), nesse sistema construtivo, a vedação e a estrutura são compostas por um único elemento, a parede de concreto armado. Contudo, ocorre também a realização de um planejamento completo e detalhado de todo o sistema construtivo.

Os empreendimentos realizados com paredes de concreto moldadas *in loco*, possuem como principais características, a redução de custos e rapidez na execução. A rapidez no processo ao se eliminar etapas antes seguidas pelas paredes de alvenaria convencional, o uso de mão de obra não qualificada e as diversas opção de materiais e produtos disponíveis no mercado, tornam a obra mais econômica e viável a população de baixa renda.



Figura 4 – Modelo de execução de paredes de concreto. (Do autor)

Este sistema é composto pela moldagem de paredes e lajes maciças de concreto, que por sua vez é armado por telas metálicas centralizadas. A resistência característica à compressão do concreto utilizado, é de 20 MPa e a resistência mínima na desforma, normalmente às 14 horas após a concretagem, é de 4 MPa. O abatimento do concreto varia em torno de 22 ± 2 cm. A utilização de fôrmas adequadas ajuda a potencializar as vantagens desse sistema construtivo.

1.5 Manifestações patológicas

As manifestações patológicas na construção civil podem ser comparadas, analogicamente, com a medicina, pois se tratam dos sintomas, origens e causas das doenças ou defeitos que vierem a ocorrer nas edificações. Tais problemas podem estar ligados ao tipo de material utilizado, a erros na hora da execução, a falhas na operação, fiscalização e manutenção da construção. Com isso, pode ocorre uma diminuição na durabilidade e na vida útil do empreendimento.

A verificação dessas manifestações patológicas por meio de manifestações visíveis acarreta em depender de uma variável importante em todo o processo, o tempo, através de aparições de trincas, manchas na superfície, fissuras ou mofo. Segundo Dórea (1998), apud Silveira (2010), "os problemas patológicos são evolutivos e tendem a se agravar com o passar do tempo, podendo até gerar novos problemas em decorrência dos primeiros".

Pensando nisso, a construção civil sentiu uma necessidade de identificar as manifestações patológicas existentes, através de um processo que não dependesse do tempo, permitindo assim uma análise ágil do estado da mesma. Essa rápida identificação pode resultar na existência de um diagnóstico preventivo, visando sempre a conservação do objeto em estudo e a detecção de problemas que podem vim a ser causados pela deterioração da estrutura e dos materiais.

Para Helene (1992), apud Mario (2011), "embora o concreto possa ser considerado um material praticamente eterno, desde que receba manutenção sistemática e programada, há construções que apresentam manifestações patológicas em intensidade e incidência significativas, acarretando elevados custos para sua correção. Sempre há comprometimento dos aspectos estéticos e, na maioria das vezes, redução da capacidade resistente, podendo chegar, em certas situações, ao colapso parcial ou total da estrutura".

Neste sentido, as manifestações patológicas nas superfícies de paredes de concreto, devem receber uma atenção maior do que as outras superfícies. Esta preocupação se dá pelo fato de não haver mais barreiras que impossibilitam a penetração da água, como, reboco, cerâmica, entre outros. A maioria dos empreendimentos que optam por este sistema, apenas utilizam como acabamento externo uma pintura mais resistente. Com isso, é importante que haja uma rápida identificação de manifestações patológicas nestas superfícies.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

Para o desenvolvimento deste artigo, os seguintes materiais foram utilizados:

- Câmera FLIR modelo T440;
- Software FLIR Tools;



Figura 5 – Câmera termográfica FLIR modelo T440. (FLIR , 2011)

2.2 Métodos

O método utilizado para desenvolver os objetivos propostos, foi baseado no estudo de fotos infravermelhas, onde foi possível avaliar a temperatura dos objetos a serem pesquisados, com o intuito de verificar a existência ou não de manifestações patológicas por intermédio da termografia digital. Neste propósito, foram desenvolvidas três visitas aos empreendimentos: Parque Riacho Fundo II e Via Solare, em horários e condições ambientais diferentes.

A primeira visita ocorreu no início de uma tarde bem ensolarada e com a umidade relativa do ar baixa, em torno de 18%. Com isso, as fotos não saíram com uma diferença de temperatura significativa para possibilitar uma análise. Resolveu-se assim, lançar certa quantidade de água em alguns pontos aleatoriamente. Posteriormente, a segunda visita ocorreu em um final de tarde, com temperatura pouco diferente da primeira, pois neste dia o clima estava bem quente o que dificultou a diminuição da temperatura ao longo do dia. Assim, decidiu-se realizar o mesmo procedimento adotado na primeira visita.

Para encerrar, optou-se a realizar a terceira visita em uma manhã logo após uma chuva intensa no dia anterior. Foi possível observar resultados sem que houvesse a necessidade de adição de água na superfície, como foi feito anteriormente.

2.3 Estudos de caso

Os empreendimentos escolhidos como objeto de estudo foram, Parque Riacho Fundo II e o Via Solare, localizados respectivamente no Riacho Fundo II e Samambaia. Optou-se por estas construções pelo fato de estar ascendente o mercado nestas localizações, e também por possuírem características diferentes um do outro, em termos de execução e estruturas.

O Parque Riacho Fundo II constituindo-se por edificações de quatro andares, com quatro apartamentos por andar. Já o Via Solare, possui uma estrutura com dezessete andares e apartamentos de dois e três quartos.



Figura 6 – Parque Riacho Fundo II. (Do autor)



Figura 7 – Via Solare. (Do autor)

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos a seguir, baseiam-se na distribuição da temperatura superficial ao longo da parede de concreto, onde sua análise só é possível devido à medição da distribuição espacial da radiação térmica, emitida pela superfície do objeto em estudo.

A análise qualitativa das fotos térmicas fundamenta-se através de imagens coloridas, as quais possibilitam a identificação de algum dano ou deformidade nas paredes de concreto.

Utilizando a câmera termográfica, é possível observa locais distintos, em que a imagem aparece mais clara (indo para o tom do amarelo), onde a temperatura obtida é mais alta, e locais onde a imagem aparece mais escura (indo para o tom preto), onde a temperatura obtida é mais baixa, conforme mostra a Figura 8 abaixo.

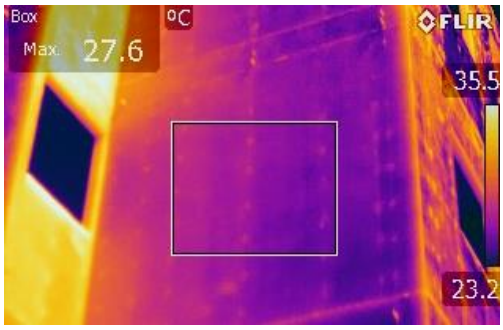

Figura 8 – Área mais clara com temperatura superior do que a área mais escura
Obra Riacho Fundo II. (Do autor)

No primeiro dia de análise dos empreendimentos Parque Riacho Fundo II e Via Solare, o clima estava quente e já não chovia há meses, o que deixou a superfície das paredes de concreto seca. Com isso, não foi possível observar diferenças de temperatura, devido ao

equilíbrio térmico das mesmas. As Figuras 9 e 10, mostram que a superfície, praticamente, se encontra em temperatura uniforme em toda a sua extensão.

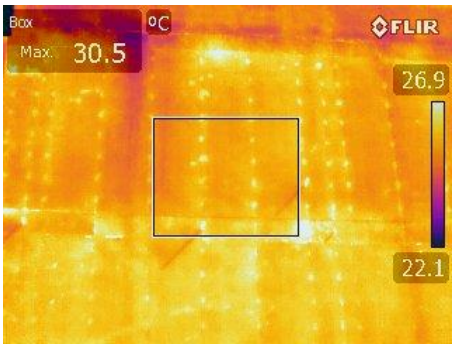

Figura 9 – Superfície seca - Obra Riacho Fundo II (Do autor)

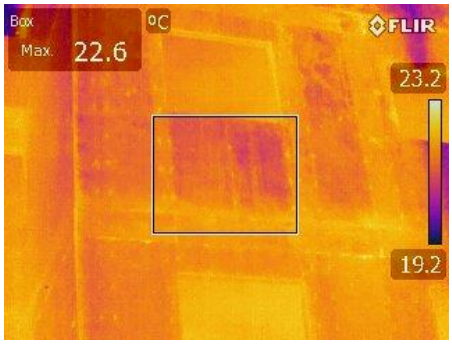

Figura 10 – Superfície seca - Obra Via Solare. (Do autor)

O ensaio foi desenvolvido, novamente, em mais um dia com o clima quente e sem que houvesse tido chuva no dia anterior. Assim, optou-se por molhar a superfície escolhida para estudo e verificar se a presença de água é mesmo necessária para a identificação de manifestações patológicas.

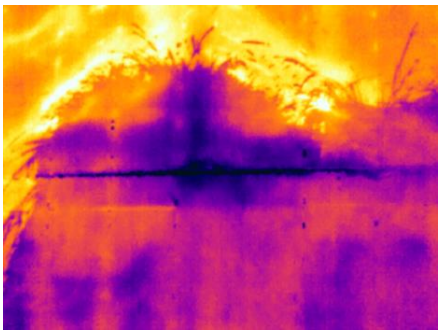

Figura 11 – Resultado obtido – infiltração na região de interface - Obra Riacho Fundo II. (Do autor)



Figura 12 – Região completamente molhada no ponto de análise. (Do autor)

É notório, através da Figura 11, o acúmulo de água na interface das paredes superior e inferior. Neste ponto, a presença de água estava ocasionando uma infiltração silenciosa na estrutura, a qual só seria perceptível depois de causar algum problema como mofo ou afetar a estabilidade da estrutura.

Logo, percebeu-se que a região de interface está mais propícia a erros de execução, e consequentemente, ao surgimento de manifestações patológicas. Foram propostos assim, analisar mais um ponto utilizando outra parede, porém focando a região de interface.

A Figura 13 a seguir, revela uma infiltração abaixo da região de interface, em uma fissura que era perceptível a olho nu e aparentemente superficial. Contudo, como mostra a Figura 14, ela apresentava um grau elevado de umidade, permitindo a infiltração de água.

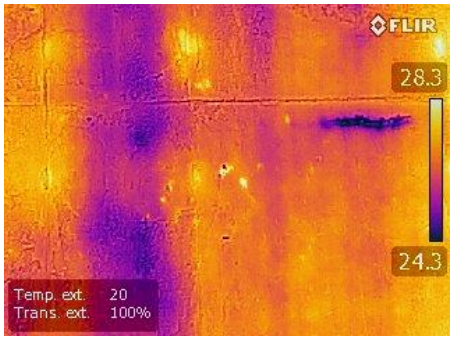

Figura 13 – Foto térmica da superfície Obra Via Solare. (Do autor)


Figura 14 – Foto real da superfície. (Do autor)

Com o auxílio do software FLIR tools, foi possível focar apenas neste ponto em questão, como mostra a Figura 15 a seguir:

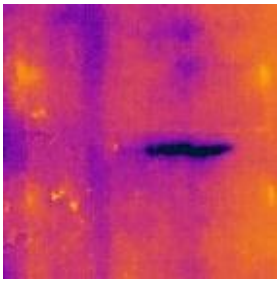
Figura 15 – Região com acúmulo de água, possibilitando infiltrações. (Do autor)

No decorrer do ensaio termográfico, verificou-se que a presença de água na superfície é essencial para a identificação de manifestações patológicas não visíveis. Isso ocorre, devido à variação de temperatura que o contato com água proporciona a superfície, como também a penetração da água nos pontos onde houver fissuras e infiltrações.

A foto térmica 16 revela que, na região das esquadrias ocorre uma manifestação patológica, fissura no canto da janela. Esta, porém, é perceptível a olho nú, sendo assim desprezável a utilização da câmera termográfica como mostra a Figura 17. Entretanto, a Figura térmica deixa claro que tal fissura está permitindo a penetração de uma grande quantidade de água.

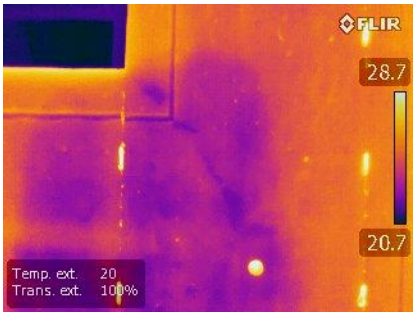

Figura 16 - Região com uma trinca Obra Riacho Fundo II. (Do autor)


Figura 17 – Patologia visível a olho nú. Obra Riacho Fundo II. (Do autor)

As Figura 18, 19 e 20 mostram infiltrações na região das faquetas, que sem a utilização da câmera térmica, não eram visíveis. As faquetas são utilizadas para garantir o travamento dos painéis das fôrmas, além de garantir a espessura correta das paredes de concreto moldadas *in loco*.



Figura 18 – Molhando a região a ser analisada. (Do autor)



Figura 19 – Nenhuma patologia visível. (Do autor)

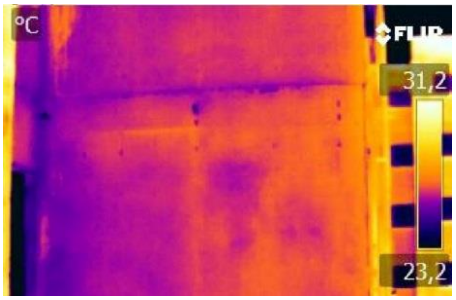

Figura 20 – Região das faquetas com infiltração Obra Riacho Fundo II. (Do autor)

Ao retorna nos locais de estudo após uma chuva intensa na região, observou-se que em alguns pontos da superfície da parede de concreto, a temperatura era bem inferior, mostrando assim que poderia haver algum problema. Neste dia, não foi necessário à aplicação de água na superfície, como realizado nos ensaios anteriores, pois a chuva que ocorreu foi suficiente para revelar algumas manifestações patológicas.

Analisando outro ponto da parede de concreto, a platibanda, região que normalmente ocorrem problemas devido à movimentação da estrutura, foi possível identificar várias infiltrações. As Figuras 21, 22 e 23, mostram que essa infiltração ocorre na região de interface da platibanda com a parede inferior.

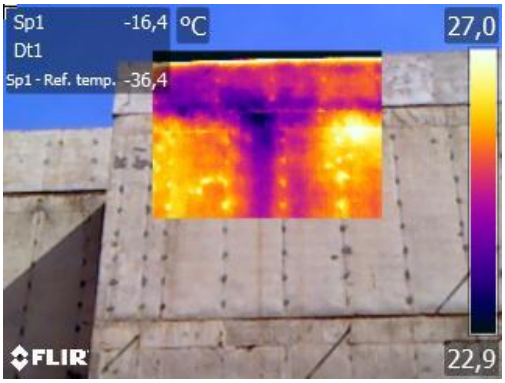

Figura 21 – Região da platibanda com infiltração Obra Riacho Fundo II. (Do autor)



Figura 22 – Infiltração não visível Obra Riacho Fundo II. (Do autor)

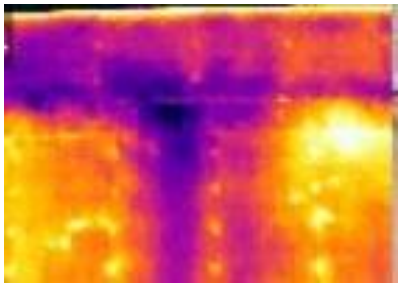

Figura 23 – Imagem ampliada da região da platibanda com infiltração. (Do autor)

Com o resultado obtido na Figura 21, outra superfície foi escolhida, para analisar se a infiltração estava ocorrendo somente na interface. Notou-se assim, outro tipo de problema nesta região crítica, uma fissura não perceptível a olho nu que estava permitindo a penetração de água. As Figura 24 e 25 abaixo mostram tais resultados.

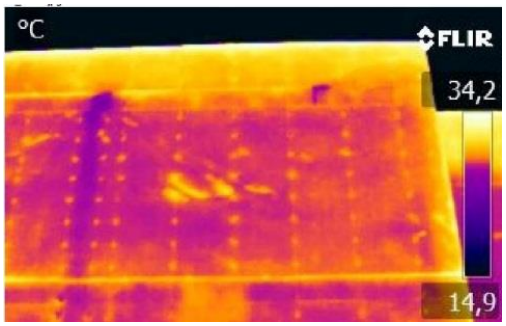

Figura 24 – Região da platibanda com uma fissura em forma de L com penetração de água. (Do autor)



Figura 25 – Fissura não visível Obra Riacho Fundo II. (Do autor)

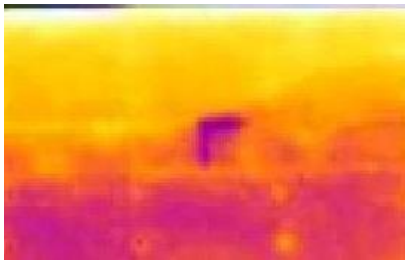

Figura 26 – Ampliação da imagem 24. (Do autor)



Figura 27 – Ampliação da imagem 25. (Do autor)

4. CONCLUSÃO

Ao analisar a eficiência do uso da termografia na identificação de manifestações patológicas em paredes de concreto moldadas *in loco*, observou-se que, a presença de água na superfície a ser estudada é de extrema importância, para que seja possível localizar e identificar manifestações patológicas, danos ou defeitos.

Neste sentido, em regiões com as mesmas características climáticas encontradas em Brasília-DF e na maior parte do Brasil, este ensaio necessitará do lançamento de água na superfície a ser analisada, para se ter um bom resultado. Outra solução seria esperar a estação chuvosa para realizar os ensaios. Porém, não é recomendado depender da variável tempo para resolver os problemas surgidos ao longo da execução ou vida útil da construção.

Portanto, este ensaio se torna inviável a grandes distâncias, tendo em vista que se o clima da região estiver seco e com umidade relativa do ar baixa, seria necessário a lançamento de água na superfície do empreendimento em análise. Caso contrário, não haveria como averiguar se existe ou não problemas no objeto em estudo. Assim, como as paredes de concreto geralmente são utilizadas para empreendimentos de poucos pavimentos, a técnica de termografia de infravermelho se torna viável.

REFERÊNCIAS

BERTOLINI, Luca. **Materiais de construção:** patologias, reabilitação. São Paulo: Oficina de textos, 2010.

CORTIZO, Eduardo Cabaleiro. **Avaliação da técnica de termografia infravermelha para identificação de estruturas acultas e diagnóstico de anomalias em edificações**: ênfase em edificações do patrimônio histórico. s. L.: s. Ed.: 2007.

FLIR. ***Manual do utilizador***. Novembro/2011.

FLIR T440 - High-Sensitivity Infrared Thermal Imaging Camera. Disponível em: <http://www.extech.com/cameras/product.asp?catid=76&prodid=566> Acesso em: Setembro/2013.

FLIR. Worldwide stonewool insulation market leader recommends FLIR thermal imaging cameras. Disponível em: <http://www.flir.com/cs/emea/en/view/?id=52937> Acesso em: Junho/2013.

FLIR. Thermal imaging cameras from FLIR help optimize low-cost housing solution. Disponível em: <http://www.flir.com/cs/emea/de/view/?id=52925> Acesso em: Junho/2013.

FLIR. FLIR Thermal imaging camera helps find water leakage at Italian swimming pool. Disponível em: <http://www.flir.com/cs/emea/en/view/?id=51766> Acesso em: Junho/2013.

FÔRMAS PARA CONCRETO. Disponível em: <http://www.mills.com.br/node/212> Acesso em: Outubro/2013.

MARIO, M. **Uso da termografia como ferramenta não destrutiva para avaliação de manifestações patológicas ocultas.** 2011. 60 f. Trabalho de diplomação (graduação em engenharia civil). Departamento de engenharia civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MOTHÉ, Cheila Gonçalves. **Análise térmica de materiais.** São Paulo: Artliber, 2009.

PAREDES DE CONCRETO – Características. Disponível em: <http://www.comunidadedaconstrucao.com.br/sistemas-construtivos/2/projeto-arquitetonico/projeto/23/projeto-arquitetonico.html> Acesso em: Setembro/2013.

PAREDES DE CONCRETO. Disponível em: <http://www.abesc.org.br/tecnologias/tec-paredes-de-concreto.html> Acesso em: Outubro/2013.

SILVEIRA, P.M.D. **Avaliação patológica da estrutura de concreto armado e dos componentes de uma edificação construída em 1914**. São Cristovão-SE, 2010.

SISTEMAS CONSTRUTIVOS – Parede de concreto armado e moldado in loco. Disponível em: <http://www.sindusconbnu.org.br/noticias/materia_sulbrasil.pdf>. Acesso em: Outubro/2013.

TÉCHNE - **Como Construir Paredes de Concreto**. Hugo Misurellie Clovis Massuda. São Paulo: Editora PINI, nº 147, p. 74 - 80, junho, 2009.

YOUNG, Hugh D. Física II: **Termodinâmica e ondas.** 12 ed. São Paulo: Addison Wesley, 2008.