

IMPORTÂNCIA DA PRECISÃO DE PARÂMETROS TERMOGRÁFICOS DA CERÂMICA NA DETECÇÃO DE INFILTRAÇÕES

Évila Karoline Bezerra da Silva (IPOG) E-mail: evilakaroline@outlook.com
Myrela Vieira de Araújo (UFPA) E-mail: myrelav.araujo@gmail.com

Resumo: O objetivo deste artigo é analisar a importância da precisão dos parâmetros termográficos da cerâmica nas inspeções para detecção de infiltrações. Para este estudo, foi desenvolvido um protótipo de parede de alvenaria com revestimento cerâmico, simulando uma infiltração em uma instalação hidráulica. Foi realizado uma inspeção com câmera termográfica para detecção do vazamento, e analisado o efeito que a inserção de valores errados dos parâmetros termográficos, como emissividade, temperatura aparente refletida e distância causam na temperatura medida. Os resultados encontrados indicam que a alteração dos parâmetros emissividade e temperatura aparente refletida provocam um erro na temperatura do objeto, verificada através da câmera termográfica. Conclui-se que é importante a determinação experimental dos valores da emissividade e da temperatura aparente refletida para a realização de inspeções termográficas com a finalidade de detectar infiltrações em paredes revestidas de cerâmica.

Palavras-chave: Termografia, infiltração, ensaio não destrutivo, cerâmica.

IMPORTANCE OF THE ACCURACY OF CERAMIC THERMOGRAPHIC PARAMETERS IN THE DETECTION OF INFILTRATIONS

Abstract: The objective of this article is to analyze the importance of the accuracy of the thermographic parameters of ceramics in inspections for the detection of infiltrations. For this study, a prototype of a masonry wall with ceramic coating was developed, simulating an infiltration in a hydraulic installation. An inspection was carried out with a thermographic camera to detect the leak, and the effect that the insertion of wrong values of thermographic parameters, such as emissivity, apparent reflected temperature and distance have on the measured temperature, was analyzed. The results found indicate that the alteration of the parameters emissivity and apparent temperature reflected cause an error in the temperature of the object verified through the thermographic camera. It is concluded that it is important to experimentally determine the values of emissivity and apparent temperature reflected for the realization of thermographic inspections with the purpose of detecting infiltrations in ceramic coated walls.

Keywords: Thermography, infiltration, non-destructive testing, ceramics

1. INTRODUÇÃO

Manifestações patológicas relacionadas à umidade são muito frequentes em edificações. Os problemas dentro da construção civil causados por umidade podem estar relacionados a até 60% das manifestações patológicas encontradas em edificações em fase de uso e operação (MAGALHÃES et al., 2019). Segundo Silva e Sales (2013), um dos problemas mais difíceis de se resolver dentro das construções é a umidade, pois além de danificarem e diminuir a vida útil das estruturas, propiciam a proliferação de fungos e bactérias, ocasionando mal-estar, como doenças respiratórias, alergias, tornando o ambiente insalubre.

Para um correto diagnóstico, é importante definir o tipo de umidade, que pode ser: de construção, ascensional, de precipitação, de condensação, devido a fenômenos de higroscopicidade e devido a causas fortuitas (BARREIRA; ALMEIDA; DELGADO, 2016; OLIVEIRA, 2013). A umidade associada à presença de água pode ser detectada através de manifestações patológicas facilmente visíveis como manchas, eflorescência ou presença de

fungos. Contudo, há situações em que a identificação de infiltrações se torna complexa, dificultando a compreensão das causas.

A umidade representa um problema de difícil solução e de grande frequência nas edificações. Fatores como idade da edificação, clima, materiais, práticas construtivas utilizadas e grau de controle de qualidade durante sua execução influenciam o quanto esse tipo de anomalia ocorre (ROCHA et al., 2018). A umidade pode se manifestar de várias formas, como manchas, mofo ou bolor, fissuras, entre outros (JONOV; NASCIMENTO; SILVA, 2013).

Normalmente a avaliação dos problemas relacionados à umidade e de seu teor é realizada por métodos destrutivos; no entanto, na área de diagnóstico de manifestações patológicas é priorizada a utilização de ferramentas não destrutivas devido ao inconveniente causado por técnicas destrutivas, principalmente nas construções habitadas (FREITAS; CARASEK; CASCUDO, 2014).

Os ensaios não destrutivos têm ganhado espaço no estudo das manifestações patológicas, dentre eles pode-se citar esclerometria, ultrassom e termografia infravermelha. Estes métodos foram desenvolvidos com o objetivo de monitoramento, avaliação e viabilização do estado de conservação da estrutura, sem precisar danificá-la, dado sua natureza menos invasiva (OLIVEIRA et al., 2019). Os ensaios não destrutivos para detecção de infiltrações se fazem essenciais para evitar interferências na rotina dos usuários da edificação, como quebra de elementos e produção de resíduos e ruídos.

A termografia infravermelha, técnica que mede a radiação emitida pela superfície dos objetos, apresenta maiores vantagens para a inspeção, pois pode conseguir resultados rápidos sem a necessidade de contato físico com o objeto analisado e detectar danos não visíveis a olho nu, apresentando resultados em tempo real (SANTOS; ROCHA; PÓVOAS, 2019).

O ensaio utiliza como princípio básico que todos os objetos com temperatura acima do zero absoluto (0 K) emitem radiação na faixa infravermelha do espectro eletromagnético (ROCHA et al., 2018). A radiação detectada através de uma câmera termográfica é transformada em sinais elétricos e depois é originada uma imagem térmica, conhecida também como termograma, em que cada cor representa um intervalo de temperatura (BAGAVATHIAPPAN et al., 2013; SILVA, 2012; GUCUNSKI et al., 2013).

Inicialmente, a termografia infravermelha era aplicada para fins militares. Atualmente, esta tecnologia é utilizada em diversas áreas, como elétrica, eletrônica, mecânica, astronomia, veterinária, combate a incêndio, busca e salvamento, policiamento, segurança e vigilância, oceanografia, meteorologia, geologia e arqueologia. No entanto, o ensaio é relativamente novo na construção civil, especificamente na inspeção de obras civis (REHMAN et al., 2016; FOX; GOODHEW; WILDE, 2016; O'GRADY; LECHOWSKA; HARTE, 2017). Na construção civil, a termografia infravermelha é aplicada como ferramenta de diagnóstico para localização de fissuras, defeitos em revestimentos, infiltrações, estudo do desempenho térmico em edificações, detecção de fugas de ar através de janelas, entre outros.

O profissional que aplica a termografia infravermelha nas inspeções deve ser capaz de analisar as imagens geradas pelo equipamento, pois alguns fatores podem levar a conclusões equivocadas. A inserção de parâmetros termográficos corretos, como a emissividade do objeto, temperatura aparente refletida e a distância entre a câmera e o objeto, é fundamental para que o equipamento gere um termograma mais preciso (ITC, 2018).

Bauer et al. (2015) analisaram a influência de erros nos parâmetros termográficos na leitura da temperatura superficial de revestimento cerâmico e argamassado, utilizando a termografia infravermelha. Foram variadas a emissividade, a temperatura aparente refletida e

a distância entre o alvo e a câmera termográfica. Neste trabalho foi identificada a maior influência da emissividade nos valores das temperaturas (erro de até $+6^{\circ}\text{C}$), quando comparada com as outras alterações devido ao erro nos valores de temperatura refletida e distância (erro entre -1°C e $+1^{\circ}\text{C}$).

Para Bauer (2013), as principais influências nos resultados das inspeções termográficas quantitativas estão na emissividade. O principal fator que influencia a emissividade de um corpo é o seu material. Porém, existem outros fatores que intervêm na emissividade do objeto, como a condição da superfície do componente. Quanto mais áspera a superfície do alvo, maior a emissividade. O contrário ocorre com superfícies lisas e brilhantes.

Outro parâmetro que influencia na termografia infravermelha é a temperatura aparente refletida. Ela consiste em toda radiação que é captada pela máquina termográfica que não seja do objeto considerado no exame termográfico (JÚNIOR, 2018). Na interpretação da imagem, a temperatura aparente também estará atrelada à emissividade do material. Quanto maior a emissividade, mais próxima da temperatura real é a temperatura aparente do alvo.

Um terceiro parâmetro termográfico que interfere na leitura correta da temperatura do alvo é a distância entre a câmera infravermelha e o objeto inspecionado. É comum o uso de valores aproximados dos parâmetros termográficos citados, isso pode gerar erros na temperatura e interferir na análise dos termogramas (ITC, 2018).

2. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento desta pesquisa, foi construído um protótipo de parede de alvenaria com dimensões $0,80 \times 0,78 \text{ m}$, em tijolos cerâmicos ($9 \times 14 \times 19 \text{ cm}$) assentados com argamassa; o revestimento com chapisco, emboço, reboco e argamassa colante para assentamento de duas placas cerâmicas iguais ($57,5 \text{ cm} \times 33,5 \text{ cm}$). Nesta peça, foram realizadas instalações hidráulicas com tubos de PVC de 20 mm , reservatório, registro de esfera, torneira e conexões apropriadas. Foi feita uma perfuração de aproximadamente 3 mm na tubulação a 11 cm de distância do eixo da conexão da torneira, conforme mostra a figura 1.

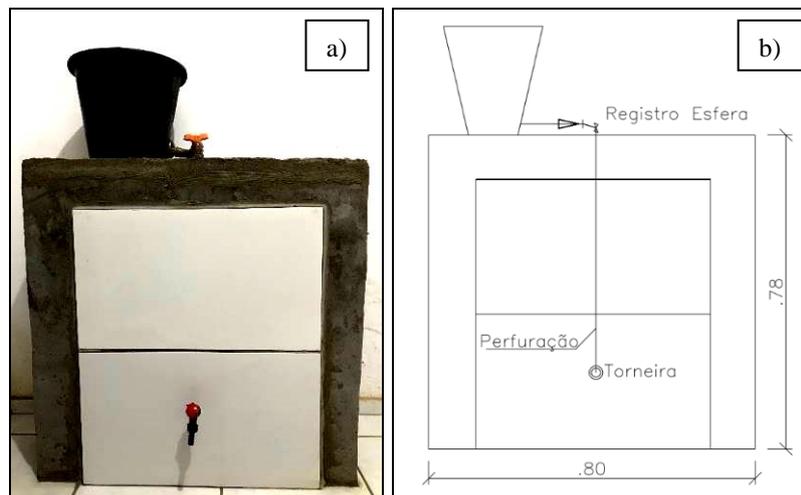


Figura 1 – a) protótipo de parede com instalações hidráulicas, b) croqui das instalações hidráulicas

A alvenaria com tijolos e revestimento cerâmico foi escolhida por se tratar de um tipo de construção muito comum no Brasil. O ensaio foi realizado na cidade de São Luís - MA, com umidade relativa do ar de aproximadamente 70% na data da medição, conforme Instituto Nacional de Metrologia - INMET. Durante todo o ensaio, permaneceu-se com as janelas do ambiente fechadas a fim de diminuir as fontes de reflexão. Porém, uma lâmpada permaneceu acesa para garantir boa resolução nas fotografias (espectro da luz visível).

O reservatório foi preenchido com água e o registro foi aberto às 05:10 do dia 16/12/2021, permitindo o vazamento da água pela tubulação perfurada. O registro permaneceu ligado até as 05:30, com vazão constante durante 20 minutos. O avanço da infiltração foi verificado por meio de termogramas, por um período de 2 horas. Para a inspeção termográfica, utilizou-se uma câmera infravermelha com especificações na tabela 1, a seguir:

Tabela 1 – Especificações da câmera infravermelha

| | |
|--|------------------|
| Marca e modelo | FLIR C3 1.2 |
| Faixa de temperatura de objetos | -10 °C a 150 °C |
| Precisão | ± 2 °C ou 2% |
| Faixa espectral | 7,5 – 14,0 μm |
| Resolução | 640 x 480 pixels |
| Distância focal mínima para modo de imagem térmico | 0,15 m |
| Lente | 41° |

Fonte: Adaptado do manual FLIR (2017)

A temperatura aparente refletida e a emissividade foram determinadas segundo a norma ABNT NBR 16969:2021 – Ensaio não destrutivo – Termografia infravermelha – Princípios gerais, obtendo-se para a temperatura um valor de 31 °C e emissividade de 0,81 na placa cerâmica analisada. As fotos termográficas foram realizadas a uma distância de 1,5 m em um ângulo de aproximadamente 45° do alvo, com o propósito de evitar a reflexão do operador na placa cerâmica. Foram feitos termogramas 7 minutos antes da abertura do registro, 5 minutos, 20 minutos, 1 hora e 2 horas após a abertura do registro. O processamento das imagens térmicas, tratamento e edição dos termogramas foram realizados com a utilização do software FLIR Tools.

A partir das imagens térmicas, pode-se analisar a diferença de temperatura do ponto mais frio, onde há presença de umidade, e o ponto mais quente, na área seca. O primeiro termograma, gerado antes da abertura do registro, mostra a diferença de temperatura nas placas cerâmicas de 0,2 °C (figura 2).

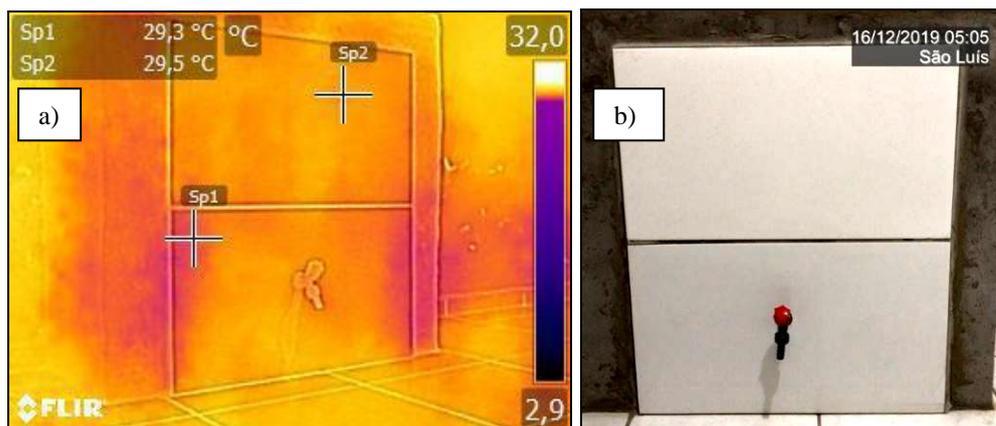
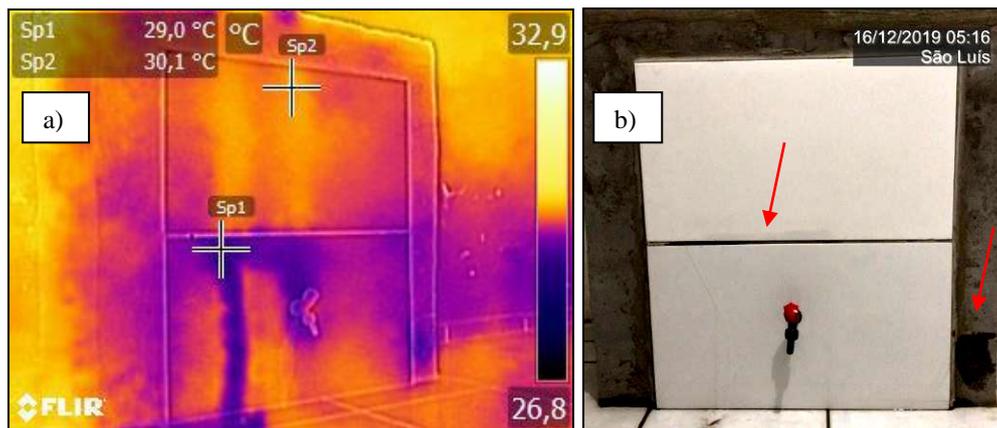
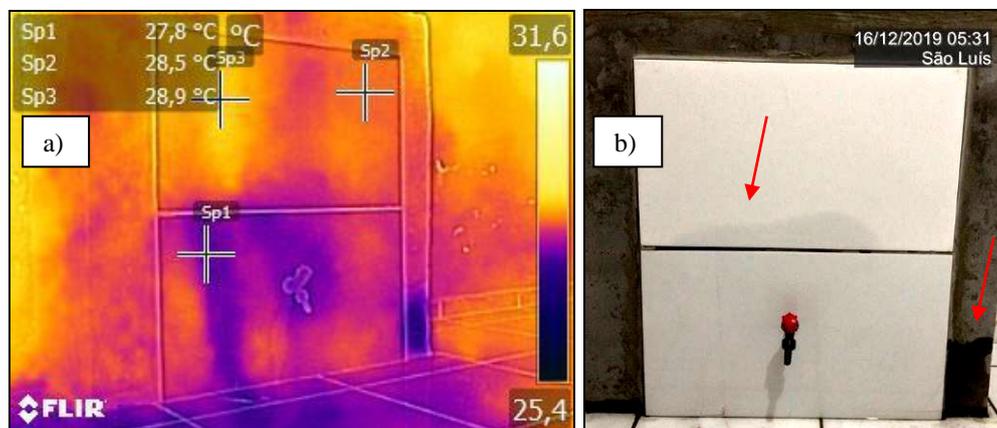


Figura 2 – Gerado às 05:05 a) termograma, b) fotografia do protótipo

Após 5 minutos, percebe-se alteração significativa no termograma, apontando uma diferença de temperatura de 1,1 °C entre a cerâmica superior (seca) e a inferior (com infiltração) e início de formação de mancha de água na cerâmica e na argamassa, conforme figura 3.



Seguidamente, 20 minutos após a abertura do registro, tem-se ainda no termograma uma diferença de temperatura de 1,1 °C (figura 4a) e percebe-se aumento na mancha de água na cerâmica e na argamassa, visto na figura 4b.



Decorridos 40 minutos após o desligamento do registro, a diferença de temperatura nas placas cerâmicas diminuiu para 0,6 °C, conforme figura 5a, e a mancha de água na fotografia reduziu significativamente em relação à foto anterior (figura 5b). Essa mesma diferença de temperatura permanece no último termograma gerado (figura 6a), 1 hora e 40 minutos após o fechamento do registro (2 horas após o início do vazamento). Contudo, as manchas de água na cerâmica não estão visíveis na fotografia (figura 6b), percebendo-se apenas as manchas na argamassa, inclusive na lateral da parede, conforme a figura 7.

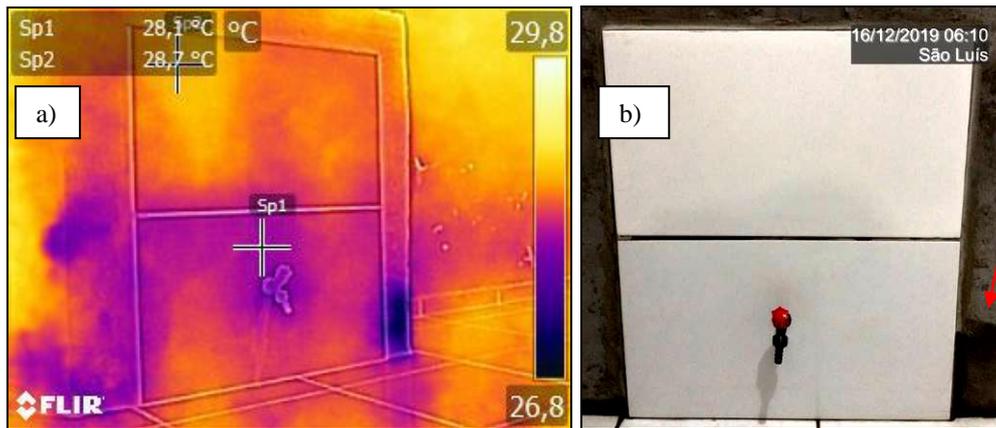


Figura 5 – Gerado às 06:10 a) termograma, b) fotografia do protótipo

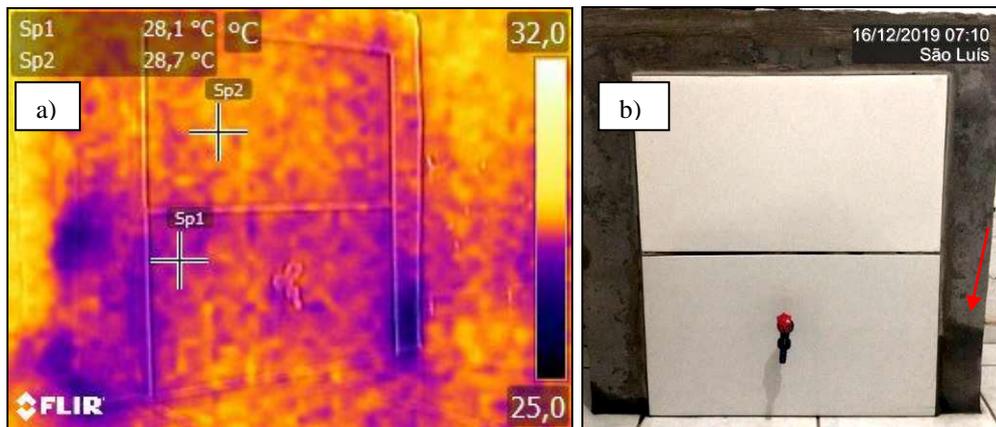


Figura 6 – Gerado às 07:10 a) termograma, b) fotografia do protótipo



Figura 7 – Manchas de infiltração na argamassa

A tabela 2, abaixo, apresenta o resumo das leituras dos termogramas.

Tabela 2 – Resumo da leitura dos termogramas

| Termograma | Tempo de medição | Menor temperatura lida | Maior temperatura lida | Diferença de temperatura |
|------------|-----------------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|
| A | Antes da abertura do registro | Sp1 – 29,3°C | Sp2 – 29,5°C | 0,2°C |
| B | 5 min após a abertura do registro | Sp1 – 29,0°C | Sp2 – 30,1°C | 1,1°C |

| | | | | |
|---|---|--------------|--------------|-------|
| C | 20 min após a abertura do registro | Sp1 – 27,8°C | Sp2 – 28,9°C | 1,1°C |
| D | 1h após a abertura do registro (40min após o fechamento do registro) | Sp1 – 28,1°C | Sp2 – 28,7°C | 0,6°C |
| E | 2h após a abertura do registro (2h e 40min após o fechamento do registro) | Sp1 – 28,1°C | Sp2 – 28,7°C | 0,6°C |

Para análise dos erros nos três parâmetros termográficos (emissividade, temperatura aparente refletida e distância do alvo), utilizou-se os termogramas B e C, em ambos, foram fixados dois parâmetros e alterados o terceiro no software FLIR Tools. A fim de determinar os efeitos na temperatura do alvo, causados pelos erros nos parâmetros termográficos, calculou-se a diferença entre as temperaturas corretas, geradas no ensaio, e as temperaturas obtidas em cada combinação com alteração nos valores de emissividade, temperatura aparente refletida e distância do alvo.

3. RESULTADOS

Para compreender a consequência da inserção de valores errados no parâmetro emissividade, manteve-se os valores corretos da temperatura aparente refletida (30 °C) e da distância (1,5 m) e alterou-se os valores da emissividade de 0,67 a 0,95 em ambos termogramas. No termograma B tem-se a maior diferença de 0,2 °C, tanto acima, quanto abaixo do valor correto. E no termograma C, observa-se esta diferença de 0,4 °C. Nota-se que não há proporção entre os dois gráficos, mas pode-se concluir que quanto mais o valor da emissividade se distancia do valor correto, maior o erro na medição da temperatura (figura 8).

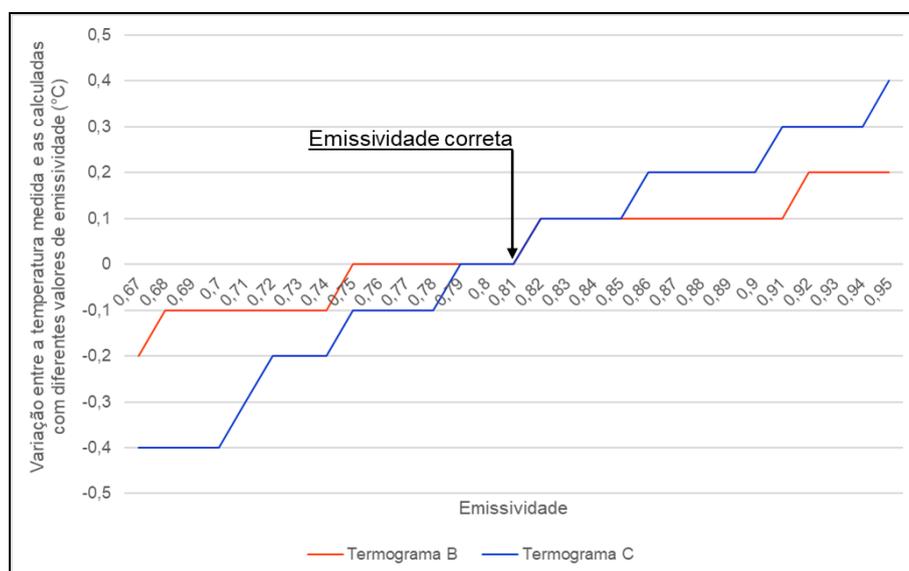


Figura 8 – Variação da temperatura em função da emissividade

Da mesma forma, para identificar os efeitos do erro no valor no parâmetro temperatura aparente refletida, manteve-se os valores corretos da emissividade (0,81) e da distância (1,5 m) e alterou-se os valores da temperatura aparente refletida de 25 °C a 35 °C nos termogramas B e C. Percebe-se pouca variação nos gráficos dos termogramas B e C. A maior variação da temperatura nos dois termogramas foi de 1,2 °C tanto acima, quanto abaixo da temperatura correta. Verificou-se que quanto mais o valor da temperatura aparente refletida se distancia do valor correto, maior o erro na medição da temperatura (figura 9).

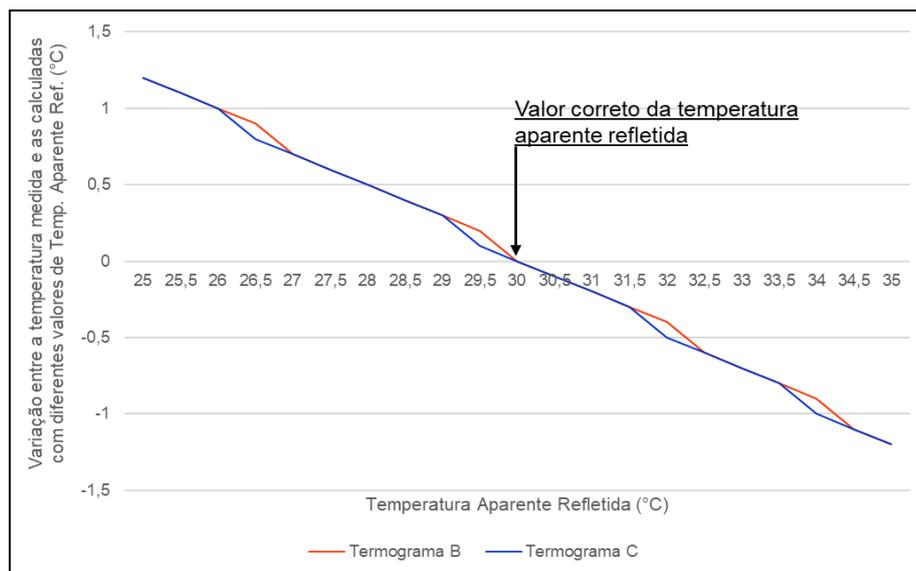


Figura 9 – Variação da temperatura do alvo em função da temperatura aparente refletida

A fim de analisar a influência do erro no valor do parâmetro distância na temperatura medida, manteve-se os valores corretos da emissividade (0,81) e da temperatura aparente refletida (30 °C) e alterou-se os valores da distância do alvo de 0 a 50 m. Nota-se que de 0 a 10 m há uma sobreposição dos gráfcivos B e C. A temperatura manteve-se sem variação no intervalo da distância de 0,25 m a 10 m no termograma C e permaneceu também sem alteração no termograma B de 0,25 m a 50 m (figura 10).

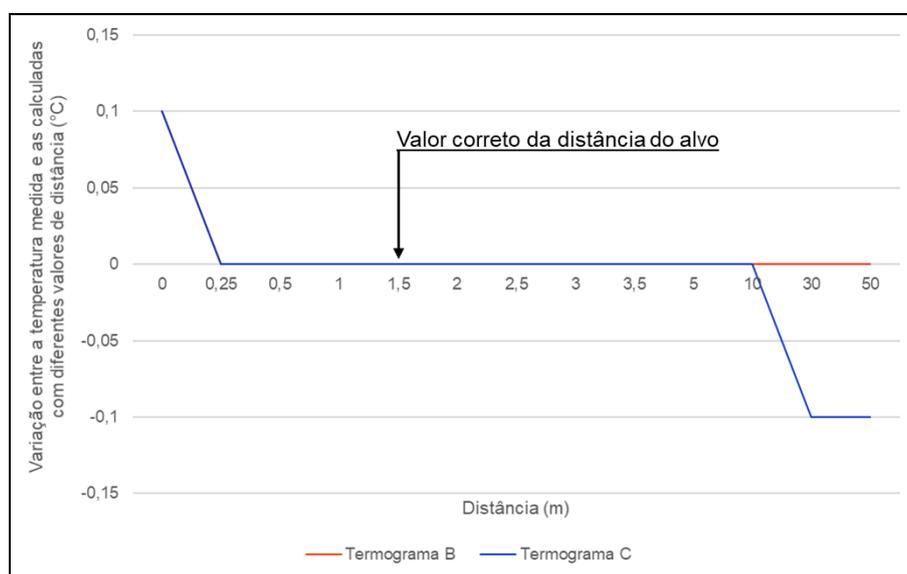


Figura 10 – Variação da temperatura em função da distância

A análise da variação dos parâmetros apontou que a emissividade e a temperatura aparente refletida têm maior influência na medição da temperatura que a distância do alvo. É comum a utilização de valores de emissividade de tabelas pré-estabelecidas, todavia, deve haver cautela no emprego desses valores, pois é necessário conhecer as condições de ensaio para obtenção da emissividade, como o ângulo de medição, acabamento da superfície do material e temperatura de ensaio, por exemplo. E a adoção de valores errados para a emissividade pode comprometer a análise do termograma.

Alguns operadores tendem a inserir o valor da temperatura ambiente no parâmetro temperatura aparente refletida. Um equívoco, pois, a temperatura aparente refletida depende das fontes de reflexão presente no ambiente, e como mostra o gráfico na figura 16, o erro nos valores da temperatura aparente refletida também prejudicam medição da temperatura dos pontos inspecionados. A partir deste ensaio, perceber-se também que a influência da distância do alvo não é tão significativa quanto os outros parâmetros, mostrando uma diferença de temperatura de 0,1 °C para um erro no valor da distância acima de 10 m, e em somente um dos termogramas analisados.

Importante destacar que o ensaio fixou os valores corretos de dois dos parâmetros estudados, e alterou apenas um dos parâmetros. A combinação de dois ou três parâmetros errados possivelmente mostraria gráficos distintos aos apresentados neste estudo.

4. CONCLUSÃO

Esse estudo enfatiza a importância de desenvolver trabalhos com valores precisos de emissividade e temperatura aparente refletida durante as inspeções termográficas com a finalidade de medir a temperatura do objeto para detectar infiltrações. Como as infiltrações podem ser identificadas através de pequenas diferenças de temperatura no objeto, a inserção de valores errados nos parâmetros emissividade e temperatura aparente refletida durante as inspeções termográficas deste estudo, comprometeram os resultados, visto que alterou o valor real da temperatura do ponto analisado.

Além disso, demonstrou-se que o valor da distância do alvo à câmera não é tão significativo quanto os outros dois parâmetros citados anteriormente. Dentro do intervalo de emissividade analisado, verificou-se uma variação máxima de temperatura de 0,4°C, positivo para valores de emissividade maiores que o correto e negativo para valores menores. Com a alteração de 5°C na temperatura aparente refletida, verificou-se uma variação de 1,2°C na temperatura medida, positiva para valores menores que o correto e negativo para valores maiores que o correto valor da temperatura aparente refletida. No ensaio realizado não foi detectado alteração no valor da temperatura para uma alteração de até 8,5 m acima, ou 1,25 m abaixo do valor real da distância entre o alvo e a câmera.

O estudo prático limitou-se a um protótipo apenas, não foi possível controlar a temperatura ambiente e considerou-se o erro em apenas um parâmetro para cada análise, não tendo combinações entre erros de parâmetros distintos. Diante do caso desenvolvido, conclui-se que é fundamental a determinação experimental dos valores da emissividade e da temperatura aparente refletida para a realização de inspeções termográficas com a finalidade de detectar infiltrações em paredes revestidas de cerâmica.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Ensaio não destrutivo – Termografia infravermelha – Princípios Gerais*. NBR 16969. Rio de Janeiro, 2021.
- BAGAVATHIAPPAN, S.; LAHIRI, B. B.; SARAVANAN, J. P.; JAYAKUMAR, T. *Infrared thermography for condition monitoring: a review*. *Infrared Physics & Technology*, v. 60, n. 1, p. 35-55, 2013.
- BARREIRA, E.; ALMEIDA, R. M. S. F.; DELGADO, J. M. P. Q. *Infrared thermography for assessing moisture related phenomena in building components*. *Construction and Building Materials*, v. 110, n. 1, p. 251-269, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.02.026>
- BAUER, E. *Condicionantes das medições termográficas para avaliação de temperatura em fachadas*. In: X Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, Fortaleza - CE, 2013.
- BAUER, E.; PAVON, E.; HILDENBERG, A. *Erros na utilização de parâmetros termográficos da argamassa e da cerâmica na detecção de anomalias em revestimentos*. In: XI Simpósio Brasileiro de tecnologia das Argamassas. Porto Alegre: SBTA, 2015.

FOX, M.; GOODHEW, S.; WILDE, P. *Building defect detection: External versus internal thermography.* Building and Environment, v. 105, p. 317-331, 2016.

FREITAS, J. G.; CARASEK, H.; OSWALDO, C. *Utilização de termografia infravermelha para avaliação de fissuras em fachadas com revestimento de argamassa e pintura.* Ambiente Construído, v. 14, n.1, p. 57-73, 2014.

GUCUNSKI, N.; IMANI, A.; ROMERO, F.; NAZARIAN, S., YUAN, D., WIGGENHAUSER, H., SHOKOUHI, P., TAFFE, A., KUTRUBES, D. *Nondestructive Testing to Identify Concrete Bridge Deck Deterioration.* Washington D.C., United States: SHRP 2 Research Reports, Transportation Research Board of the National Academies), p. 85, 2013. <https://doi.org/10.17226/22771>

ITC - INFRARED TRAINING CENTER. *Manual do Curso de Termografia Nível 1.* Publicação nº 1 560 063_E, Sorocaba, SP, Apostila, 2018.

JONOV, C. M. P.; NASCIMENTO, N. de O.; PAULA E SILVA, A. de. *Avaliação de Danos às Edificações Causados Por Inundações e Obtenção dos Custos de Recuperação.* Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 75-94, 2013.

JÚNIOR, F. A. F. A. *Otimização do processo metodológico para aquisição de imagens termográficas da face.* Tese de Doutorado (Doutorado em Engenharia) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Processos, Campina Grande, 2018.

MAGALHÃES, R. A. B.; ASSUNÇÃO, R. F.; SILVA, L. S., FERREIRA, M. S., ASSUNÇÃO, W. R. *Estudo de caso de patologias causadas pela umidade face a inexistência de implantação do sistema de impermeabilização nas garagens do 1º e 2º subsolo de um edifício residencial multifamiliar de múltiplos pavimentos em Belém/PA.* RCT – Revista de Ciência e Tecnologia, v. 5, n. 9, p. 1-18, 2019.

O'GRADY, M.; LECHOWSKA, A.; HARTE, A. *Infrared thermography technique as in-situ method of assessing heat loss through thermal bridging.* Energy and Buildings, v. 135, p. 20-32, 2017.

OLIVEIRA, G. F. P. de. *Potencialidades da termografia para o diagnóstico de patologias associadas à umidade.* 194 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2013.

OLIVEIRA, K. B. L.; BORBA JÚNIOR, J. E. F.; SILVA, D. S. T.; COELHO JÚNIOR, R. S.; SILVA, M. V. *Utilização de ensaios não destrutíveis para inspeção de manifestações patológicas em estruturas de concreto armado.* In: 4º Simpósio paranaense de patologia das construções, p. 504-513, 2019. Doi: 10.4322/2526-7248.072

REHMAN, S. K.; IBRAHIM, Z.; MEMON, S. A.; JAMEEL, M. *Nondestructive test methods for concrete bridges: a review.* Construction and Building Materials, v. 107, n. 15, p. 58-86, 2016.

ROCHA, J. H. A.; SANTOS, C. F. dos.; OLIVEIRA, J. B. de.; ALBUQUERQUE, L. K. dos S.; PÓVOAS, Y. V. *Detecção de infiltração em áreas internas de edificações com termografia infravermelha: estudo de caso.* Ambiente Construído, v. 18, n. 4, p. 329-340, 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212018000400308>

SANTOS, C. F. dos; ROCHA, J. H. A.; PÓVOAS, Y. V. *Utilização da termografia infravermelha para detecção de focos de umidade em paredes internas de edificações.* Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 19, n. 1, p. 105-127, 2019.

SILVA, D. D. S. da. *Diagnóstico de Patologias em Fachadas Utilizando Termografia.* 132 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2012.

SILVA, I. S; SALES, J. C. *Patologias ocasionadas pela umidade: estudo de caso em edificações.* Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual Vale do Acaraú, João Pessoa – Paraíba, 2013.

SYSTEMS FLIR. Manual do utilizador Série FLIR Cx. 2017.