



Influência do Tipo de Revestimento na Avaliação de Umidade Ascensional com Termografia de Infravermelho

Wesley Oliveira¹, Priscila Zanguini¹, Luane Moreira¹, Elier Pavon de la Fe²

¹Centro das Ciências Exatas e das Tecnologias – Universidade Federal do Oeste da Bahia (UFOB) – BA – Brasil

²Centro das Ciências Exatas e das Tecnologias – Universidade Federal do Oeste da Bahia (UFOB) – BA – Brasil, orcid: 0000-0002-7598-6367

wesley-w300@hotmail.com, priscilazanquini@gmail.com,
luanemoreira7@gmail.com, elierpavon@gmail.com

Abstract. *Moisture is one of the main causes of pathological manifestations in buildings. In the walls, problems related to the presence of rising damp are frequent. This pathological manifestation can be detected by temperature differences between areas with higher and lower moisture concentration. Infrared thermography is a nondestructive technique that has been used in the analysis of this problem. The present work aims to determine the influence of the type of coating used in masonry walls in the evaluation of rising damp with infrared thermography. To this end, prototypes of masonry walls with the presence of water in the base were constructed simulating the problems of rising damp, being them coated with mortar (with and without painting application) and with ceramic plates (stoneware and porcelain). The results showed that in the four types of coating it is possible to detect Rising damp with thermography, obtaining the highest Values of Delta-T during the direct incidence of the sun. It was proved that in mortared coatings it is possible to determine more easily the height of rising damp.*

Resumo. *A umidade é uma das principais causas das manifestações patológicas nas edificações. Nas paredes, são frequentes os problemas relacionados com a presença de umidade ascensional. Esta manifestação patológica pode ser detectada pelas diferenças de temperaturas entre áreas com maior e menor concentração de umidade. A termografia de infravermelho é uma técnica não destrutiva que vem sendo utilizada na análise deste problema. O presente trabalho tem por objetivo determinar a influência do tipo de revestimento utilizado nas paredes de alvenaria na avaliação da umidade ascensional com a termografia de infravermelho. Para tal fim foram construídos protótipos de paredes de alvenaria com presença de água na base simulando os problemas de umidade ascensional, sendo os mesmos revestidos com argamassa (com e sem aplicação de pintura) e com placas cerâmicas (grés e porcelanato). Os resultados mostraram que nos quatro tipos de revestimento é possível detectar a umidade ascensional com a termografia, obtendo-se os maiores valores da diferença de temperatura (ΔT) entre a área com umidade (com defeito) e a área sem umidade (sem defeito) durante a incidência direta do sol. Comprovou-se que nos revestimentos argamassados é possível determinar com maior facilidade a altura da umidade ascensional.*



1. Introdução

Diferentes tipos de manifestações patológicas são encontrados na Construção Civil. Nesse contexto, são utilizadas técnicas de ensaios destrutivos e não destrutivos com o propósito de detectar os problemas patológicos.

Cortizo (2007) considera a termografia de infravermelho como um método de ensaio não destrutivo que se fundamenta no mapeamento térmico de um componente, peça ou estrutura. Além disso, a termografia de infravermelho permite detectar, localizar e quantificar anomalias térmicas (REBELO, 2017). De acordo com Bauer e Pavon (2015) essa técnica possibilita o estudo dos deslocamentos, fissuras e umidade, algumas das patologias predominantes nas edificações.

Segundo Mendonça (2005) o método supracitado se apoia na utilização de uma câmera termográfica para captar imagens térmicas. A radiação emitida pelo elemento é identificada pela câmera termográfica e, posteriormente transformada em sinais elétricos para a produção do termograma, em que cada cor descreve um intervalo de temperatura. Jimeno (2011) aborda que os resultados podem ser afetados pela condutividade térmica dentro do material e pela convecção de calor em torno do objeto, ainda que o dado mensurado pela câmera termográfica seja a radiação.

Conforme o tipo de inspeção, a termografia de infravermelho pode ser dividida em qualitativa e quantitativa, de forma que a análise qualitativa é aplicada com a finalidade de observar as diferenças de temperatura nas superfícies dos objetos em estudo, enquanto que a análise quantitativa é aplicada a fim de quantificar as variações de temperatura dos objetos em estudo. Também, segundo a excitação térmica, a termografia de infravermelho pode ser identificada como ativa (estímulo artificial) e passiva (estímulo natural).

Segundo Silva (2007) a emissividade, o horário para efetuar a análise, a distância entre o objeto e a câmera, a umidade relativa, a temperatura atmosférica e a temperatura refletida pelo objeto são aspectos a considerar quando se trata da análise de problemas patológicos nas edificações através da utilização da termografia.

A umidade é um agente patológico muito influente no que se refere à degradação dos materiais de construção, podendo ter consequências negativas na estética e principalmente no desempenho da edificação (OLIVEIRA, 2013). A termografia de infravermelho encarrega-se pelo estudo de algumas patologias da construção, dentre elas a umidade. A umidade ascensional é uma das fontes estudadas, essa que decorre do solo devido falha ou falta de impermeabilização; e ascende às paredes por capilaridade.

Na Construção civil, a presença de umidade é verificada, muitas vezes, através de sinais desagradáveis de eflorescência, destacamento e presença de bolor. O emprego da termografia de infravermelho pode colaborar na identificação dos problemas de umidade antes do aparecimento das manifestações patológicas já citadas, a depender das situações do elemento e do ambiente.

Kominsky et al. (2007) estudaram a umidade nas paredes de alvenaria de tijolo cerâmico através da termografia de infravermelho com inspeção realizada durante o dia. Foram feitas observações do exterior do edifício a fim de identificar anomalias de umidade na fachada, sendo a diferença de temperaturas (ΔT) empregada para análise do ganho ou perda de calor, com temperatura ambiente fixada em torno de 25°C. Assim, as áreas com problemas de umidade foram identificadas como relativamente quentes e claramente



visíveis, enquanto que as áreas mais frias e secas apresentaram-se mais escuras. A partir do estudo termográfico pôde-se perceber que a presença de umidade dentro da cavidade da parede é atribuída à instalação inadequada do folheado de tijolo.

Edis et al. (2014) realizaram a detecção termográfica passiva de problemas de umidade em fachadas com revestimento cerâmico aderido. Utilizaram a diferença de temperatura (ΔT) para avaliar o aumento de temperatura entre as áreas secas e úmidas. A magnitude da diferença de temperatura entre as áreas secas e úmidas foi maior em torno do meio dia, mas apenas permaneceu no seu valor máximo para um certo período de tempo. Foi observado que à noite, apesar da magnitude da diferença de temperatura ser menor, a estabilidade foi maior, por isso recomendam a noite como o horário mais propício para realização de estudos com termografia de infravermelho. Assim, pode-se dizer que o ganho de calor solar da fachada aumentou a visibilidade das variações do teor de umidade, aumentando a magnitude das diferenças de temperatura das superfícies observadas.

Rocha et al. (2018) estudaram a aplicação da termografia de infravermelho na detecção de umidade em áreas internas localizadas em ambientes vulneráveis à infiltração, como em ambientes degradados. Os estudos foram realizados durante o período de chuvas e de forma passiva. Foram analisadas paredes de alvenaria no Laboratório Avançado de Construção Civil (LACC) tanto na área externa quanto na interna, as quais apresentaram problemas de infiltração de umidade. A diferença de temperatura (ΔT) foi útil para comparar as áreas, de forma que o ΔT da área sem umidade em relação a área com umidade foi de 1,2 °C. Na imagem térmica foi possível localizar as áreas afetadas pela infiltração como áreas frias, visto que indicam a presença de água, que tem temperatura menor do que a parede e o teto. Foi perceptível através dos resultados que a detecção também é possível durante o dia, sem dificuldades, em que as áreas afetadas pela infiltração expressam temperaturas mais baixas em relação às áreas sem umidade.

Santos et al. (2019) utilizaram a termografia infravermelha para detecção de focos de umidade em paredes internas de edificações. A metodologia consistiu na construção de paredes de alvenaria de bloco cerâmicos com diversas configurações de revestimento. No início do ensaio foi possível verificar a infiltração por meio da análise qualitativa dos termogramas. A análise qualitativa foi utilizada para determinação do parâmetro ΔT , onde o mesmo variou entre 2,6 °C a 3,8 °C (em módulo) para revestimentos porosos e 2,2 °C (em módulo) para revestimentos com características impermeáveis. O menor valor de ΔT (0 °C) se deu quando o protótipo estava seco e, o maior valor de ΔT (3,8 °C) se deu aos 15 minutos de ensaio. Através dos resultados obtidos pôde-se confirmar a eficácia da termografia na detecção da região que possui foco da infiltração oculta, contanto que o revestimento não seja impermeável.

Oliveira (2019) efetuou análises em protótipos com revestimento cerâmico e argamassado expostos ao ar livre com o intuito de detectar áreas com umidade ascensional. Os valores de diferença de temperatura (ΔT) foram obtidos para indicar a ocorrência ou não da manifestação patológica, de forma que para as superfícies com revestimentos (pintado, grés e porcelanato) houve uma variação de ΔT em 2,2 °C a 4,7 °C (em módulo), e para a superfície com revestimento argamassado houve uma variação de ΔT em 6,7 °C a 9,9 °C (em módulo). Constatou-se que, um fator preponderante no processo de avaliação da umidade ascensional com a termografia de infravermelho é a



orientação solar e, a análise quantitativa permite definir o melhor momento para a realização da inspeção termográfica nas orientações analisadas.

Assim, foi possível observar que resultados satisfatórios na avaliação de infiltrações em áreas internas e externas de edificações podem ser obtidos através da utilização da termografia infravermelha, tais resultados podem ser úteis na detecção precoce de problemas de umidades. Além disso, verificou-se que a inspeção termográfica pode ser muito útil no reconhecimento de problemas ocultos ligados a umidade acidental em edificações, dado que existam valores consideráveis de gradientes térmicos entre áreas secas e úmidas.

No entanto, percebe-se que ainda persistem dúvidas acerca da interferência do tipo de revestimento na aplicação da termografia de infravermelho na identificação e avaliação da umidade.

Dessa forma, o presente trabalho pretende avaliar a influência do tipo de revestimento na detecção da umidade ascensional em protótipos de alvenaria através da termografia de infravermelho. Na avaliação procura-se definir o comportamento da diferença de temperatura (ΔT) entre as áreas úmidas e secas de revestimento argamassado e cerâmico em duas condições de exposição, com e sem incidência da radiação solar.

2. Metodologia

2.1. Materiais e Métodos

O presente estudo tem por objetivo analisar a influência do tipo de revestimento na avaliação da umidade ascensional em protótipos de alvenaria. Foram estudados quatro tipos de revestimentos, sendo um revestimento argamassado, um revestimento argamassado com pintura branca, um revestimento em placas cerâmicas do tipo grés e um revestimento em placas cerâmicas do tipo porcelanato. No estudo foram utilizados os protótipos construídos por Santos (2018) e modificados por Oliveira (2019). Os protótipos foram avaliados em ambiente externo em duas condições, na cidade de Barreiras, Bahia. Na primeira condição a face revestida foi exposta à incidência direta do sol na orientação norte. Na segunda condição os protótipos foram mantidos em ambiente externos sendo voltada a face revestida para a orientação sul. No presente trabalho foram processadas as imagens capturadas durante o intervalo das 7h às 19h e foi realizada a análise da influência do tipo de revestimento. A análise dos dados foi feita com base na diferença de temperatura (ΔT) das áreas com e sem umidade em cada protótipo, nas duas condições de exposição.

2.2. Construção dos protótipos

Os materiais utilizados na construção dos protótipos foram: blocos cerâmicos e argamassa industrializada, além de pintura e placas cerâmicas. No assentamento e revestimento dos blocos dos protótipos, utilizou-se uma argamassa industrializada, rotulada pelo fabricante como “de uso geral”, classificada segundo a NBR 13281 (2005) como U1, D4, R4, P4, M4, A3. Para o acabamento, utilizou-se tinta PVA de cor branca, placa cerâmica do tipo grés e porcelanato.

Para impedir a perda de água pela face oposta dos protótipos, utilizou-se um impermeabilizante composto de argamassa cimentícia modificada com polímeros que, por sua vez, é indicado pelo fabricante para aplicação em elementos de concreto ou

alvenaria, com o objetivo de promover impermeabilidade e resistência térmica para o elemento.

Os estudos foram realizados utilizando os modelos de protótipos desenvolvidos por Santos (2018). Na figura 1 são apresentados os quatro protótipos utilizados na pesquisa, sendo cada protótipo composto por 3 blocos cerâmicos de 8 furos, com dimensões de 9 cm x 19 cm x 19 cm, assentados verticalmente com argamassa de assentamento industrializada de uso geral e juntas de 1 cm. Na base da alvenaria foi colocada uma bandeja de PVC, a qual foi mantida com água durante todo o experimento para simular a presença de água na base do protótipo. A base e as laterais da alvenaria foram revestidas com poliestireno expandido e madeira para evitar a perda de calor pelas laterais dos protótipos e conseguir movimentar o protótipo sem danos ao revestimento.

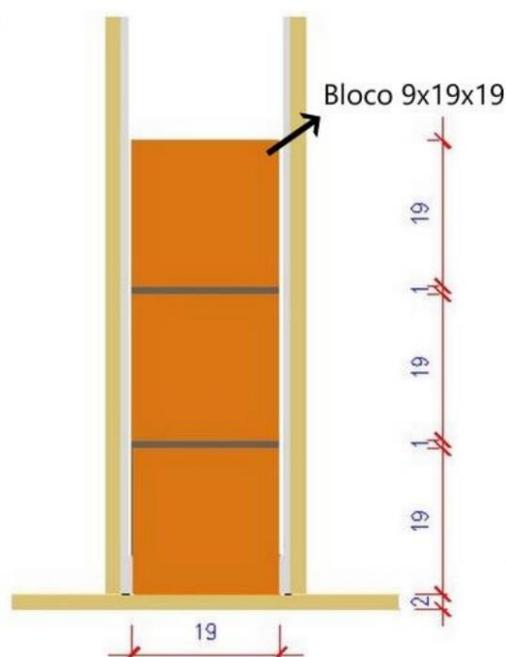


Figura 1. Croqui com dimensões do protótipo antes da aplicação do revestimento (SANTOS, 2018).

Após o assentamento dos blocos cerâmicos, os quatro protótipos foram revestidos pela face oposta (posterior) com impermeabilizante, para diminuir a perda de umidade nesta face. Os quatro protótipos pela face frontal foram revestidos de forma diferente. O protótipo P01-A foi revestido apenas com argamassa industrializada para revestimento. O protótipo P02-PVA foi revestido com argamassa industrializada e recebeu uma camada de pintura com tinta PVA branca. O protótipo P03-G, após ser revestido com argamassa industrializada foram assentadas com argamassa colante ACIII, placas cerâmicas brancas do tipo grês. O protótipo P04-G, após ser revestido com argamassa industrializada foram assentadas com argamassa colante ACIII, placas cerâmicas brancas do tipo porcelanato. Os protótipos utilizados no estudo podem ser observados na Figura 2. Nos protótipos P03-G e P04-P foram assentadas apenas duas placas cerâmicas, as necessárias para avaliar o

efeito da umidade por capilaridade através do revestimento, devido ao fato da altura da umidade não ultrapassar a primeira placa cerâmica.

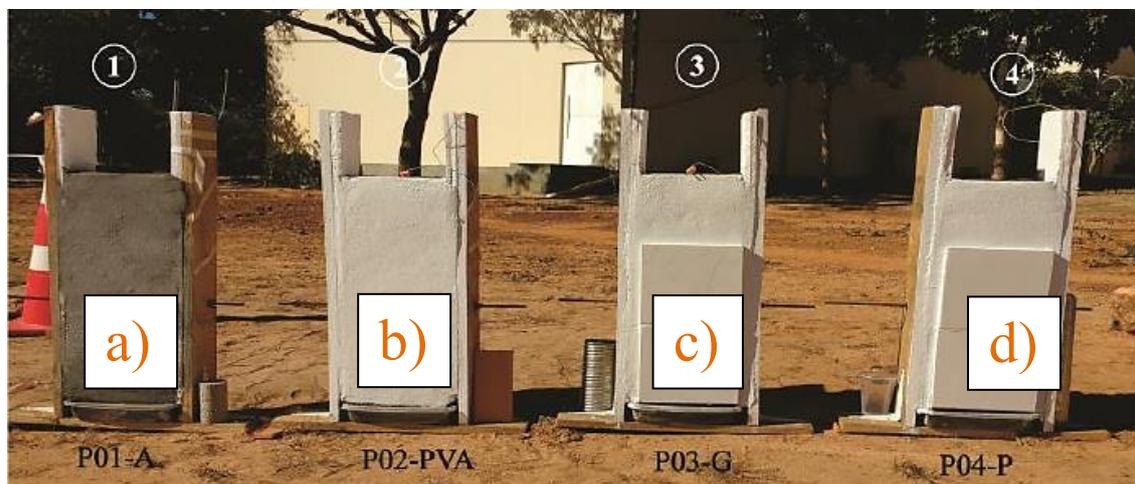


Figura 2. Protótipos: a) protótipo com uma face argamassada (P01-A); b) protótipo com tinta PVA branca (P02-PVA); c) protótipo com uma face revestida com placa cerâmica tipo grés (P03-G); d) protótipo com uma face revestida com placa cerâmica tipo porcelanato (P04-G).

2.3. Procedimento para coleta e processamento de dados

Finalizada a construção dos protótipos, os mesmos foram mantidos durante 6 meses no ambiente de laboratório. A primeira etapa do ensaio consistiu em abastecer os recipientes localizados na base de cada protótipo com água até que o nível da água no recipiente permanecesse constante. O nível foi mantido constante durante três dias (dentro do laboratório) prévio ao início do ensaio no ambiente externo. Os protótipos foram expostos ao ambiente externo às 19h do dia anterior à primeira leitura para garantir que as temperaturas dos mesmos estivessem em correspondência com as condições do ambiente externo. Para avaliar os protótipos nas quatro orientações, às 19h, após a conclusão das leituras, procedia-se à rotação dos protótipos. Para evitar a influência na avaliação da umidade por capilaridade nos protótipos com o passar dos dias, era preenchido o recipiente com água frequentemente, para manter a água disponível na base do protótipo constante durante os quatro dias do ensaio.

Para a avaliação dos protótipos com incidência direta do sol na face revestida, estes foram colocados em ambiente externo, na Universidade Federal do Oeste da Bahia, com temperatura mínima de 21°C e máxima de 38,1°C, resultando em uma amplitude térmica de 17,1°C. Para a avaliação dos protótipos sem incidência direta do sol na face revestida, os mesmos foram mantidos em ambiente externo, no mesmo local, um dia depois, com temperatura mínima de 20°C e máxima de 38,3°C, resultando em uma amplitude térmica de 18,3°C.

Para a coleta das imagens térmicas das faces revestidas dos protótipos, utilizou-se a câmera infravermelha, de modelo FLIR i3, no período das 7 horas às 19 horas, sendo coletadas as imagens em intervalos de 1h a uma distância de 1,3m. A Figura 3 mostra o layout do experimento.

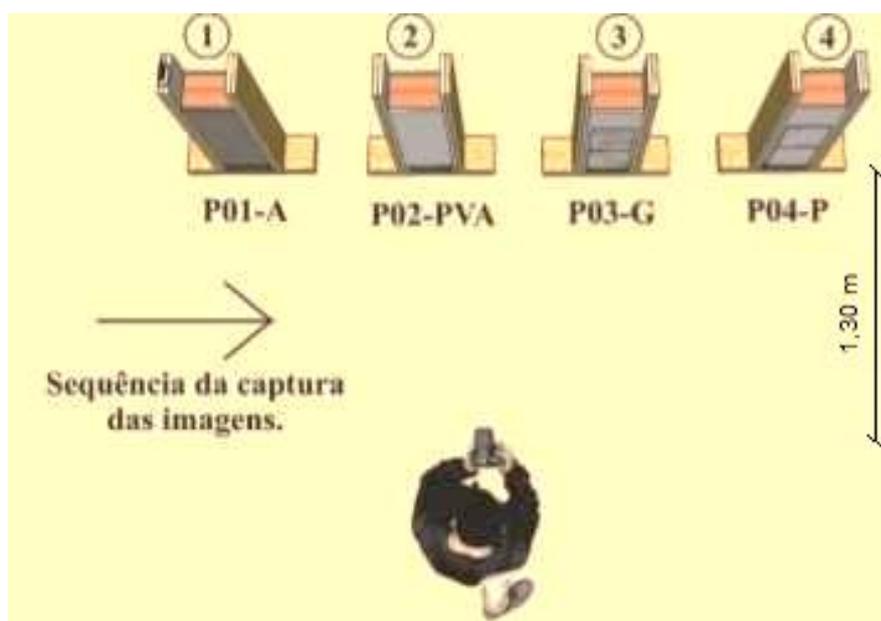


Figura 3. Modelagem do experimento: disposição dos protótipos e distância da câmera de infravermelho (Modificada de Oliveira, 2019).

Para a inspeção (aquisição dos termogramas), utilizou-se a rotina descrita a seguir:

-Aferição da temperatura e umidade do ar com termohigrômetro digital no local de ensaio;

-Posicionamento do termografista para aquisição de dados de emissividade e temperatura aparente refletida;

-Determinação do valor da emissividade, conforme o método da fita padrão descrito na ASTM 1933-99 (1999);

-Determinação da temperatura aparente refletida, conforme método do refletor descrito na ASTM E1862-97 (2010);

-Captura de termograma da superfície frontal da parede (face revestida) após inserção dos dados de temperatura ambiente, umidade e temperatura aparente refletida;

Tanto a captura das imagens térmicas quanto as leituras de temperatura e umidade foram realizadas em intervalos de 1 hora. Para o processamento dos dados, as imagens obtidas através da câmera de infravermelho foram processadas no software Flir Tools, com o intuito de obter a temperatura média de cada área (úmida e seca), para cada protótipo e em cada condição e calcular a diferença de temperatura (ΔT) entre a área úmida e seca. Foram feitos retângulos que representassem tanto a área com umidade quanto a área seca, conforme a Figura 4.

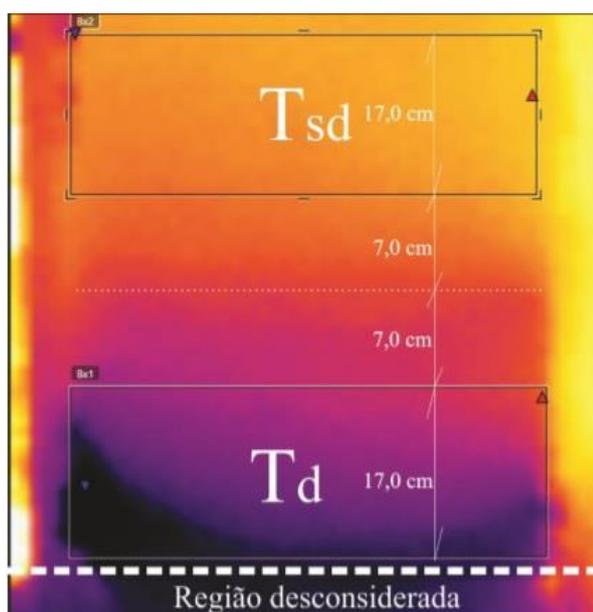


Figura 4. Imagem térmica coletada com a câmera de infravermelho à 1,30 m de distância da face revestida, com retângulos representativos para as áreas seca e úmida.

Em cada retângulo, o software mostra a temperatura média. Com a temperatura média da região úmida (T_u) e da região seca (T_s) foi possível obter o ΔT através da equação abaixo.

$$\Delta T = T_u - T_s \quad (1)$$

Logo, com os pares ordenados de ΔT e horário correspondente, plotou-se gráficos de cada revestimento em cada condição. Estes gráficos serão analisados e discutidos posteriormente.

3. Resultados e discussão

Na Figura 5 pode ser observado o comportamento do ΔT nos revestimentos argamassado (P01-A), pintura (P02-PA), grés (P03-G) e porcelanato (P04-P), em ambiente externo com incidência solar na face revestida. No período de 12 h (das 7h às 19h), em intervalos de 1 hora, percebe-se que os valores de ΔT em ambos os revestimentos são na sua maioria negativos devido à menor temperatura da área com defeito (úmida) em relação à área sem defeito (seca). Tais resultados são ocasionados pelo alto calor específico da água, que exige um maior tempo para absorver calor e consequente mantém a área com umidade com temperaturas menores em relação à área seca. Com o aumento da incidência do sol as diferenças entre as áreas (úmida e seca) tendem a ser maior aumentando os valores (em módulo do ΔT), o que permite concluir que, com o aumento da passagem de calor através do protótipo aumentam os valores de ΔT e consequentemente a visibilidade do defeito (umidade) no termograma.

No protótipo argamassado (P01-A), devido à sua característica de ser um revestimento mais poroso, de cor escura e não ter recebido nem pintura, nem revestimento cerâmico, a absorção de calor é maior que nos outros revestimentos e, consequentemente, permite uma maior passagem de calor por si, devido à falta de tratamento na superfície, ou seja, a falta de tratamento externo. Portanto, neste revestimento, os valores do ΔT foram maiores durante todo o dia. Já o revestimento de pintura apresenta uma superfície

mais clara, lisa e de menor porosidade e, portanto, menor absorção de calor. Desse modo, a absorção e passagem de calor pelos revestimentos mais claros (brancos) como pintura, grés e porcelanato não foram tão acentuadas quanto no revestimento argamassado, apresentando valores de ΔT menores (em módulo).

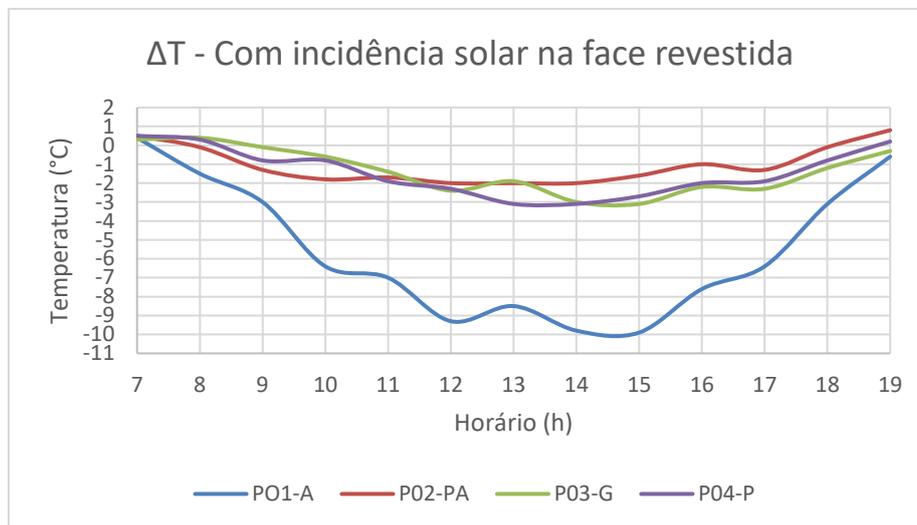


Figura 5. Comportamento do ΔT nos revestimentos de argamassado (P01-A), pintura (P02-PA), grés (P03-G) e porcelanato (P04-P) submetidos à incidência de radiação solar.

Cabe ressaltar que, além da cor, a menor espessura do revestimento argamassado em relação aos revestimentos cerâmicos também contribui com o comportamento do ΔT , fazendo com que o fenômeno seja mais facilmente detectável com a termografia no revestimento argamassado, considerando que a umidade se concentra maioritariamente no bloco e na camada de argamassa. Nas Figuras 6 e 7, observam-se as imagens digitais e os termogramas (15h) de cada revestimento, mostrando de fato que a presença de umidade é mais facilmente detectável nos revestimentos argamassados utilizando a termografia de infravermelho, inclusive no revestimento argamassado a umidade foi detectada desde a inspeção visual.



Figura 6. Imagem digital dos protótipos com incidência direta do sol na face revestida.

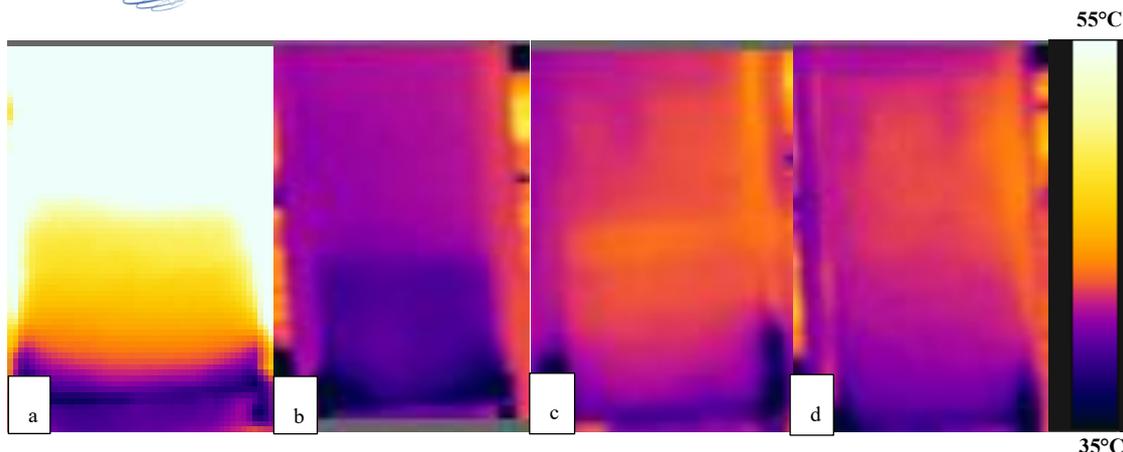


Figura 7. a) Termograma do protótipo de argamassado (P01-A) em ambiente externo às 15h; b) Termograma do protótipo de pintura (P02-PA) em ambiente externo às 15h; c) Termograma do protótipo de grés (P03-G) em ambiente externo às 15h; d) Termograma do protótipo de porcelanato (P04-P) em ambiente externo às 15h.

É possível notar, na Figura 8, onde são apresentados os valores de ΔT na condição sem incidência solar na face revestida, uma semelhança entre os comportamentos dos revestimentos. Em ambos os casos os valores de ΔT ficaram, após o crescimento inicial, aproximadamente constantes e negativos no intervalo estudado (10h às 16h). Em ambiente sem incidência solar, não há grandes diferenças no fluxo de calor entre os revestimentos quanto à troca de calor com o meio. Sendo assim, a diferença entre os valores de ΔT nos revestimentos se dá pela diferença de espessura. Por ser mais fina a camada de argamassado, o calor atravessa o revestimento com maior facilidade aumentando o fluxo de calor para o interior do protótipo e, conseqüentemente são obtidos maiores valores de ΔT neste revestimento. Observa-se que as diferenças do ΔT entre ambos os revestimentos foi superior a 1°C .

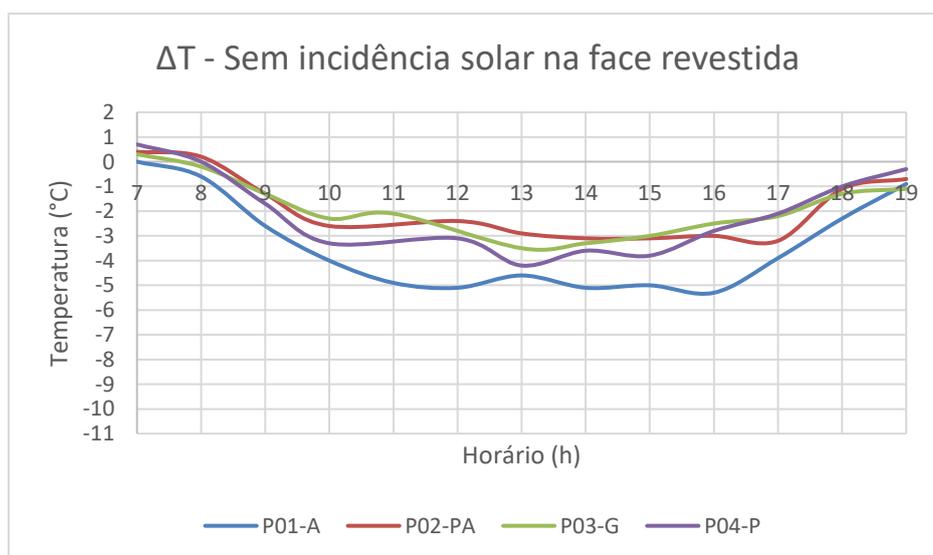


Figura 8. Comportamento do ΔT nos revestimentos de argamassado (P01-A), pintura (P02-PA), grés (P03-G) e porcelanato (P04-P) submetidos à ambiente sem incidência de radiação solar.

Percebe-se, através dos termogramas, a influência da umidade ascensional no ΔT . Nas Figuras 9 e 10, nas imagens digitais e nos termogramas correspondentes às 15h, observou-se que o fenômeno nos revestimentos argamassados é mais visível. Como resultado, a diferença de temperatura é numericamente maior em comparação ao revestimento cerâmico (grés e porcelanato), no qual não é tão aparente.

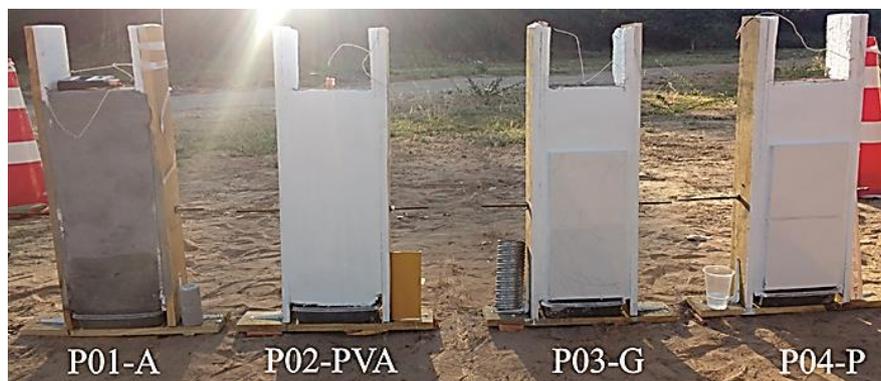


Figura 9. Imagem digital dos protótipos sem incidência direta do sol na face revestida.

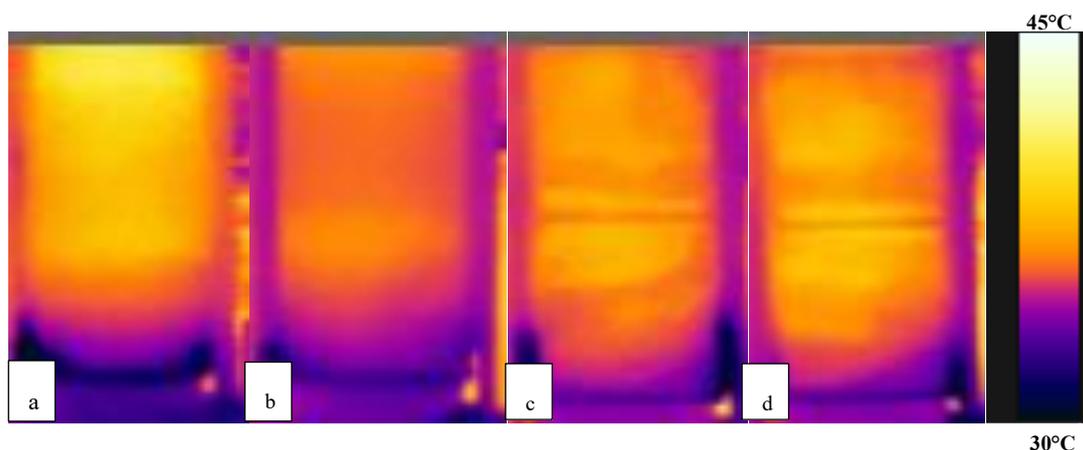


Figura 10: a) Termograma do protótipo de argamassado (P01-A) em ambiente sem incidência solar às 15h; b) Termograma do protótipo de pintura (P02-PA) em ambiente sem incidência solar às 15h; c) Termograma do protótipo de grés (P03-G) em ambiente sem incidência solar às 15h; d) Termograma do protótipo de porcelanato (P04-P) em ambiente sem incidência solar às 15h.

Pode-se concluir em relação à influência do tipo de revestimento na detecção da umidade ascensional com a termografia de infravermelho que este problema patológico pode ser detectado em todos os tipos de revestimentos (argamassado, pintura, grés e porcelanato), sendo mais facilmente detectável no revestimento argamassado. Desta forma se pode considerar que o ΔT varia a depender das características do revestimento, como, no caso, cor e espessura. Quanto mais claro e maior a espessura do revestimento, menor o valor do ΔT , sendo mais difícil detectar a presença de umidade ascensional.

4. Conclusões

Baseado na análise e processamento dos termogramas é possível concluir que:

A umidade ascensional pode ser detectada em paredes de alvenaria com revestimentos argamassados e cerâmicos utilizando a termografia de infravermelho;



Utilizando a termografia de infravermelho é mais fácil detectar a umidade ascensional em paredes com revestimento argamassado que em paredes com revestimento cerâmico;

Em ambientes externos o ΔT varia com a incidência direta do sol no revestimento, aumentando os valores de ΔT e conseqüentemente a visibilidade da umidade ascensional nas paredes com revestimento tanto argamassados quanto cerâmicos.

Os valores de ΔT com ou sem a incidência direta do sol na face revestida foram maiores no caso do revestimento argamassado sem pintura, mostrando que a cor do revestimento teve a maior influência neste parâmetro.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Pró Reitoria de Administração e Infraestrutura (PROADI) e a Coordenadoria de Manutenção e Segurança do Trabalho (CMAST) da Universidade Federal do Oeste da Bahia, pelo empréstimo da câmera de infravermelho para a realização do presente trabalho.

Referências

- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13281 (2005). Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Requisitos. Rio de Janeiro.
- ASTM E1862-14 (2014). Standard Practice for Measuring and Compensating for Reflected Temperature Using Infrared Imaging Radiometers, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- ASTM E1933-14 (2014). Standard Practice for Measuring and Compensating for Emissivity Using Infrared Imaging Radiometers, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Bauer, E. e Pavon, E. (2015) “Termografia de infravermelho na identificação e avaliação de manifestação patológicas em edifícios”. *Concreto & Construções*, v.79, p. 93-98.
- Cortizo, E. C. (2007) “Avaliação da Técnica de Termografia Infravermelha para Identificação de Estruturas Ocultas e Diagnóstico de Anomalias em Edificações: Ênfase em Edificações do Patrimônio Histórico”. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Minas Gerais.
- Edis, E., Flores-Colen, I. e Brito, J. (2014) “Time-Dependent Passive Infrared Thermographic Inspection of Facades”. Book title: XIII International Conference on Durability of Building Materials and Components - XIII DBMC, At São Paulo, Brasil. p. 842-849.
- Jimeno, C. L. (2011) “Guía de la Termografía: aplicaciones en ahorro y eficiencia energética”. Madrid: IDEA.
- Kominsky, J. R., Luckino, J. S., Street, N. H. e Martin, T. F. (2007) “Passive Infrared Thermography - A Qualitative Method for Detecting Moisture Anomalies in Building Envelopes”. *Tedford & Pond*, p. 1-11.
- Mendonça, L. V. (2005) “Artigo Termografia por Infravermelhos”. *Engenharia & Vida*, v. 16, p. 53-57.



- Oliveira, G. F. P. (2013) “Potencialidades da termografia para o diagnóstico de patologias associadas à Humidade”. 194 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia. Civil-Especialização em Construções), Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal.
- Oliveira, W. F. (2019) “Termografia de infravermelho na avaliação de umidade ascensional em paredes de alvenaria: influência da orientação solar e do tipo de revestimento”. 110p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Oeste da Bahia, Barreiras, BA.
- Rebello, D. (2017) “Avaliação quantitativa dos resultados da termografia de infravermelho aplicada ao estudo da humidade”. 98p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil –Especialização em Construções), Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal.
- Rocha, J. H. A., Santos, C. F., Oliveira, J. B., Albuquerque, L. K. e Póvoas, Y. V. (2018) “Detecção de infiltração em áreas internas de edificações com termografia infravermelha: estudo de caso”. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 18, n. 4, p. 329-340.
- Santos, C. F., Rocha, J. H. A. e Póvoas, Y. V. (2019) “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.
- Santos, I. M. (2018) “Aplicação da termografia infravermelha na avaliação de umidade ascensional em paredes de alvenaria”. 84p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Oeste da Bahia, Barreiras, BA.
- Silva, R. N.T. (2007) “Estudo da termografia por infravermelho: aplicações na engenharia e determinação de parâmetros termofísicos e geométricos de materiais”. p. 90. Dissertação de Mestrado- Universidade Federal de Pernambuco, Recife.