XV SBTA Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas
Porto Alegre/RS - 11 a 13 de junho de 2025

VALIDAÇÃO DE MÉTODO PARA AVALIAR O TEOR DE UMIDADE DE ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO NO ESTADO FRESCO

Method validation for assessing the moisture content of fresh rendering mortars

LEONARDO MARQUEZAN[1], DANIEL T. PAGNUSSAT[2], ANGELA B. MASUERO[3]
[1] Doutorando, PPGCI, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, leomarquezan@outlook.com
[2] Profº. Drº, PPGCI, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, daniel.pagnussat@ufrgs.br
[3] Profª. Drª, PPGCI, Universidade Federal Rio Grande do Sul, angela.masuero@ufrgs.br

RESUMO
A variação do conteúdo de umidade interna das argamassas de revestimento ao longo do tempo pode influenciar as propriedades e o desempenho dessas no estado endurecido. Entretanto, atualmente, não existem ensaios normalizados capazes de monitorar essa oscilação em tempo real. Dessa forma, a presente pesquisa teve como objetivo desenvolver e validar a utilização de um equipamento simples e de baixo custo, composto por uma placa de prototipagem eletrônica e sensores de umidade resistivos, para monitorar o teor de umidade de argamassas de revestimento durante o estado fresco. Após a concepção e a execução de testes de calibração e validação, o dispositivo mostrou-se capaz de cumprir seu propósito e permitiu observar a influência de fatores como o índice de absorção de água inicial dos substratos e o tipo de argamassa de revestimento no comportamento da variação teor umidade.

Palavras-chaves: Teor de umidade. Monitoramento. Argamassa de revestimento.

ABSTRACT
The internal moisture content variation of rendering mortars over time can significantly influence their properties and performance in the hardened state. However, currently, there are no standardized tests capable of monitoring this variation in real time. Therefore, the present research aimed to develop and validate the use of a simple and low-cost device, consisting of an electronic prototyping board and resistive moisture sensors, to monitor the moisture content of fresh rendering mortars. After the design and execution of calibration and validation tests, the device demonstrated its ability to fulfill its purpose and allowed the observation of the influence of factors such as the initial rate of absorption of substrates and the type of rendering mortar on the behavior of the moisture content variation.

Key-words: Moisture content. Monitoring test. Rendering mortar.

Como citar:
MARQUEZAN, L.; PAGNUSSAT, D. T.; MASUERO, A. B. Validação de método para avaliar o teor de umidade de argamassas de revestimento no estado fresco. In: XV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 2025, Porto Alegre. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2025

INTRODUÇÃO

Influenciada pelas características do substrato de aplicação e da formulação da própria argamassa, a variação do conteúdo de umidade interna dos compósitos de revestimento ao longo do estado fresco é responsável pelo desenvolvimento e pelo comportamento de diversas propriedades físico-mecânicas das argamassas, tais como a aderência ao substrato, as resistências mecânicas e a durabilidade do sistema de revestimento [1][2].

Durante as fases iniciais, após a aplicação do revestimento de argamassa, a água presente no compósito é responsável pelo transporte capilar de pasta para o substrato, possibilitando a micro e a macro ancoragem do revestimento, além de favorecer a ocorrência das reações de hidratação das fases componentes do cimento Portland. Esses fatores influenciam a trabalhabilidade das argamassas no estado fresco e impactam diretamente o desempenho em serviço do sistema de revestimento [3][4][5][6][7].

Nesse contexto, nota-se que o desenvolvimento e a utilização de sistemas para avaliar a variação de umidade interna das argamassas de revestimento, ao longo do tempo de pega, podem ajudar a compreender melhor o comportamento desses compósitos e até prevenir a ocorrência de problemas, como fissurações, descolamentos e desplacamentos, uma vez que essas manifestações patológicas podem estar relacionadas à manutenção da umidade interna das argamassas em idades iniciais [8].

Na literatura, observa-se que o emprego de métodos tradicionais, como testes de retenção de água e determinação da umidade interna, embora úteis, é limitado pela impossibilidade de realizar medições sequenciais em tempo real [9][10]. Por sua vez, métodos mais avançados, como monitoramentos ultrassônicos e de resistividade elétrica, permitem acompanhar e inferir a respeito da variação de umidade de forma contínua e detalhada, fornecendo informações importantes sobre o comportamento do material [11][12][13]. Todavia, muitas vezes, essas técnicas de monitoramento apresentam altos custos e complexidade de implementação [14].

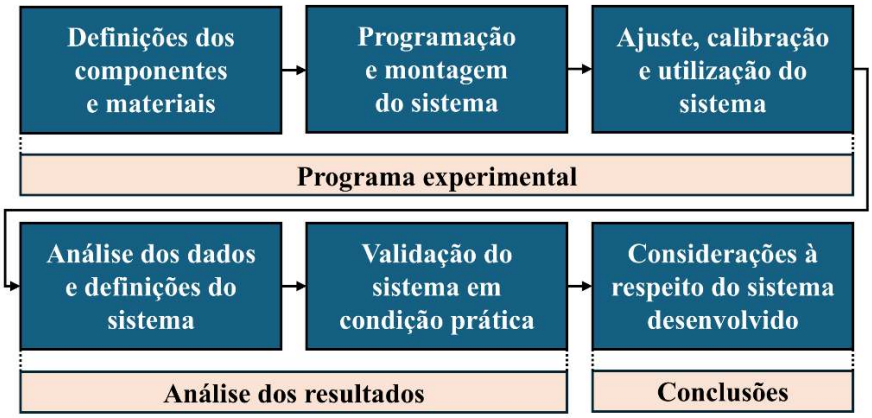
Nesse contexto, o presente estudo, que é parte integrante da dissertação de mestrado de Marquezan (2024) [15], propôs-se a desenvolver e validar a utilização de um sistema de monitoramento de baixo custo, baseado na utilização de sensores de umidade resistivos integrados a uma placa de prototipagem eletrônica (Arduino), a fim de monitorar a variação do teor de umidade de argamassas de revestimento desde os momentos iniciais de contato com o substrato até o endurecimento [14][16].

Dessa forma, destaca-se que a utilização e o desenvolvimento dessa metodologia visam não apenas caracterizar o comportamento da variação de umidade interna desses compósitos, mas também contribuir para a viabilização do uso de uma ferramenta de análise eficiente e econômica para a avaliação de argamassas de revestimento.

PROGRAMA EXPERIMENTAL

A fim de facilitar a compreesão do programa metodológico adotado pela presente pesquisa, a Figura 1 apresenta um fluxograma simplificado das etapas desenvolvidas. Destaca-se que essas serão detalhadas e justificadas no decorrer dos próximos itens.

Figura 1 – Fluxograma da pesquisa.



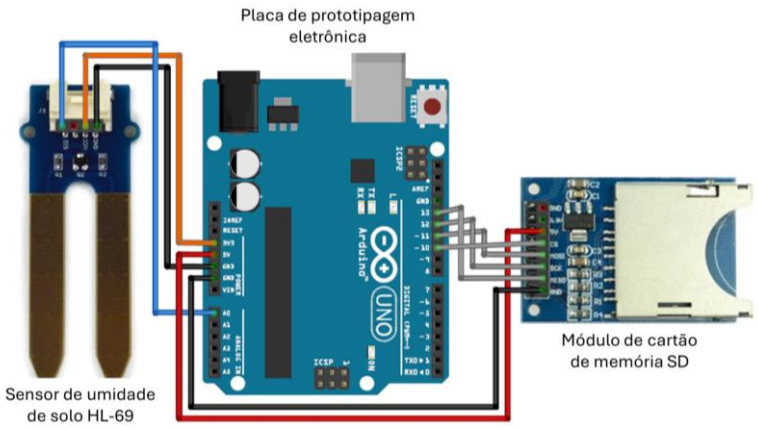
Fonte: Os autores (2025).

MATERIAIS

Para conceber um equipamento capaz de monitorar a variação do conteúdo de umidade das argamassas de revestimento ao longo do tempo no estado fresco, o método de avaliação desenvolvido, inspirado em metodologias relatadas na bibliografia [2][14][16], utilizou componentes eletrônicos acessíveis e de baixo custo disponíveis no mercado consumidor geral.

Dessa forma, foram utilizados um microcontrolador modelo ATmega2560 R3, sensores resistivos para a verificação da umidade do solo, modelos HL-69 e HD-38, e um módulo para cartão micro SD, utilizado para gravação dos dados. A Figura 2 apresenta os componentes utilizados e o esquema de ligação desses.

Figura 2 – Componentes do sistema de monitoramento de umidade das argamassas.



Fonte: Adaptado de Álvarez *et al.* (2020) [14].

A fim de calibrar e validar o equipamento, foram avaliadas argamassas de revestimento produzidas conforme a NBR 16541 [17], com uma formulação única, composta por cimento Portland do tipo CP II-F 40, areia natural de granulometria média e cal hidratada, na proporção de 1:1:6 (cimento: cal: areia, em massa). A fim de obter uma argamassa com boa trabalhabilidade, foi estabelecido um índice de consistência fixo de 260±10 mm e, dessa forma, a relação água/ligantes foi fixada em 0,66 para todas as moldagens. A Tabela 1 apresenta a caracterização dos materiais utilizados.

Tabela 1 – Caracterização dos materiais.

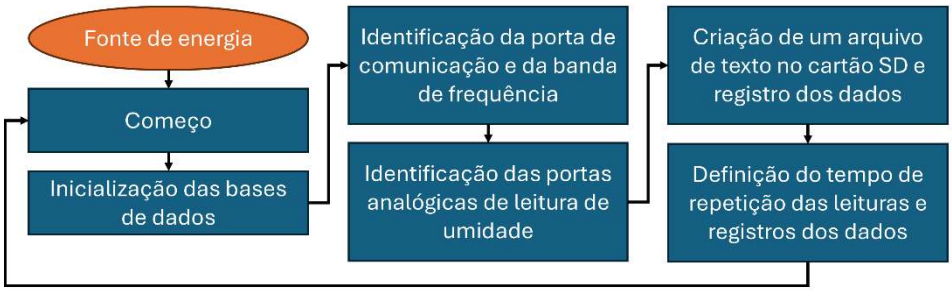
Propriedade	CP II-F 40	Cal Hidratada	Agregado miúdo
Massa específica (g/cm³)	3,07	2,47	2,72
Massa unitária (g/cm³)	0,81	0,52	1,47
Área superficial (m²/g)	3,68	15,38	-
Absorção de água (%)	-	-	0,24
Dimensão máxima (mm)	-	-	1,18
Módulo de finura	-	-	1,84

Fonte: Os autores (2025).

Desenvolvimento do Sistema de Monitoramento da Umidade

Antes de se executar qualquer análise nas argamassas de revestimento, foi necessário desenvolver um código de programação para o monitoramento e registro dos dados obtidos por meio do equipamento. Sendo assim, através da plataforma Arduino IDE (*Integrated Development Environment*), foi desenvolvido um código de programação o qual é apresentado na forma de diagrama na Figura 3.

Figura 3 – Diagrama de programação do equipamento de monitoramento.



Fonte: Os autores (2025).

Observa-se que, após a ativação da fonte de energia, o microcontrolador foi programado para realizar a leitura de dados provenientes das portas de comunicação da placa de controle, em intervalos pré-definidos de 60 segundos, e registrar os valores adquiridos em um módulo de cartão de memória até que a fonte de energia fosse desligada.

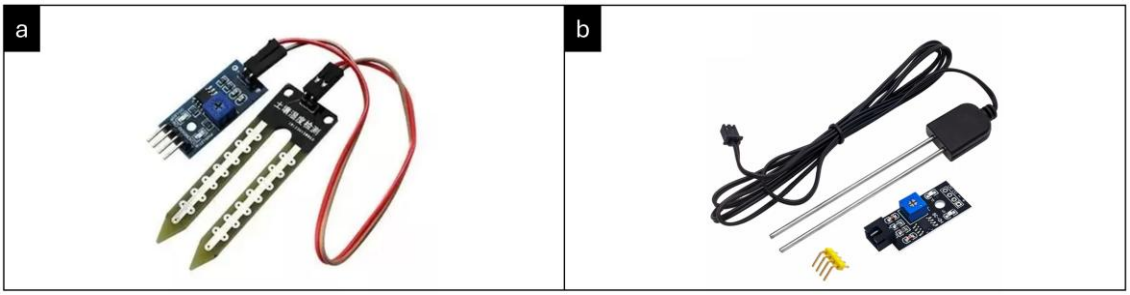
Para a leitura da umidade, os dois tipos de sensores resistivos, utilizados para a determinação da umidade do solo, foram conectados às portas de comunicação do microcontrolador e inseridos nas argamassas de revestimento a serem monitoradas.

Com o sistema de monitoramento de umidade desenvolvido e programado, avançou-se para as etapas de ajustes, calibração e aplicação do sistema em diferentes cenários de análise, os quais serão apresentados a seguir, com o objetivo de validar a viabilidade do uso desse equipamento de baixo custo em ensaios práticos.

Análise do Modelo de Sensor de Umidade

A fim de identificar qual tipo de sensor de umidade resistivo seria mais adequado para o monitoramento da umidade interna das argamassas, o primeiro teste consistiu em comparar diferentes modelos de sensores. Para isso, por meio de uma pesquisa de mercado, foram selecionados dois tipos de sensores resistivos de baixo custo (Figura 4), comumente utilizados para verificar a umidade do solo, os quais foram utilizados e comparados.

Figura 4 – Sensores resistivos comerciais utilizados para medição da umidade do solo: (a) sensor HL-69; (b) sensor HD-38.



Fonte: Os autores (2025).

Destaca-se que um desses sensores de umidade, o modelo HL-69, com sondas achatadas e oxidáveis, já havia sido utilizado em outras pesquisas [14][16]. Contudo, o sensor modelo HD-38, com sondas do tipo espeto e anticorrosivas, não apresenta nenhum registro de utilização para a avaliação de argamassas na literatura.

A fim de comparar e avaliar a performance dos dois modelos de sensores de umidade, eles foram inseridos no eixo médio das camadas de revestimento argamassado, aplicadas sobre substratos absorventes e não absorventes. Destaca-se que, para cada análise, o resultado das avaliações foi gerado a partir da média de dois sensores, os quais efetuaram o monitoramento da umidade por um período de aproximadamente 48 horas.

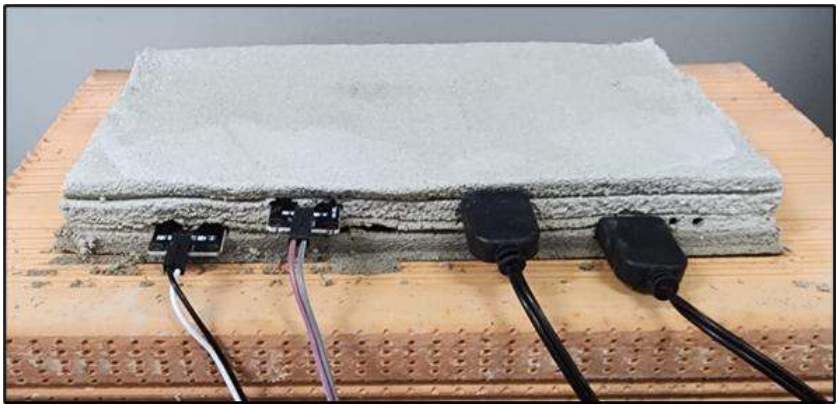
Posicionamento do Sensor de Umidade na Camada de Revestimento

Assim como avaliado por Bauer *et al.* (2012) [2], o segundo teste para calibrar e ajustar o sistema de monitoramento de umidade teve como objetivo observar a possível influência da posição de inserção dos sensores ao longo da camada de revestimento na variação da umidade das argamassas.

Para essa análise, monitorou-se o comportamento da umidade de uma camada de revestimento argamassado, aplicada sobre um substrato absorvente, utilizando sensores de umidade posicionados próximos ao substrato e sensores alocados próximos à superfície da camada de argamassa (Figura 5).

Vale ressaltar que, em ambos os casos, os dispositivos foram inseridos logo após a aplicação da argamassa sobre o substrato, em posição paralela à camada de revestimento. Além disso, os resultados das avaliações foram calculados a partir da média de dois sensores do mesmo modelo, posicionados nas diferentes alturas especificadas.

Figura 5 – Posição de inserção dos sensores de umidade ao longo da camada de revestimento argamassado.



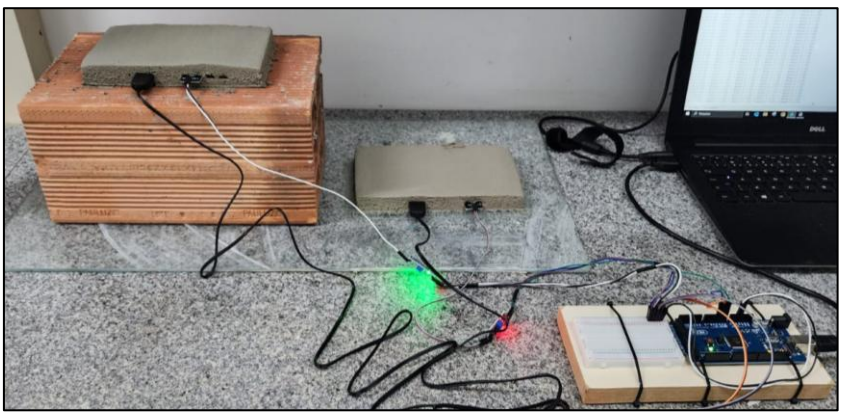
Fonte: Os autores (2025).

Validação do Funcionamento do Sistema

A fim de confirmar o correto funcionamento do sistema de monitoramento de umidade, esta etapa de validação teve dois objetivos: determinar o tempo necessário para que os sensores começassem a registrar os dados de umidade de forma consistente e verificar se o equipamento desenvolvido seria capaz de detectar diferentes comportamentos de umidade em argamassas aplicadas sobre substratos com distintos níveis de absorção de água.

Para essas avaliações, mais uma vez, a argamassa de revestimento foi aplicada sobre bases absorventes e não absorventes. Para analisar a variação da umidade dos compósitos, dois sensores de umidade do modelo HD-38 foram inseridos no eixo médio de cada camada de revestimento, logo após a aplicação dos compósitos sobre os diferentes substratos (Figura 6).

Figura 6 – Teste de influência da absorção de água do substrato na variação do conteúdo interno de umidade das argamassas.



Fonte: Os autores (2025).

Por sua vez, o tempo necessário para a estabilização dos sensores de umidade foi determinado por meio de sucessivas secagens de amostras de argamassa retiradas da camada de revestimento ao longo do período inicial dos testes.

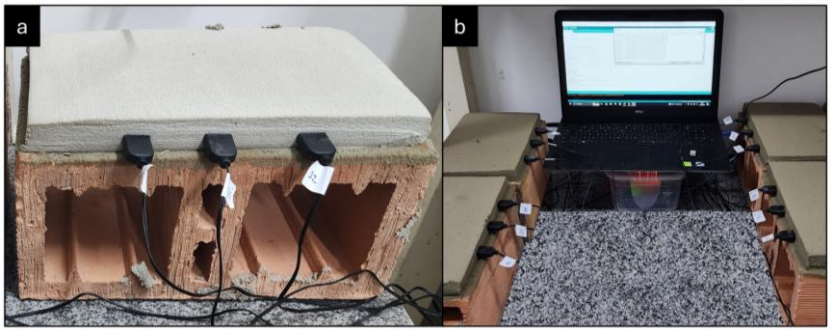
Uso do Sistema de Monitoramento em Situação Prática

Ao final das etapas de desenvolvimento, a fim de validar a utilização do equipamento concebido em um contexto prático, ele foi empregado para avaliar a variação do conteúdo de umidade interna de três argamassas estabilizadas de revestimento comerciais, produzidas na região metropolitana de Porto Alegre/RS.

Destaca-se que essas argamassas estabilizadas foram aplicadas sobre substratos cerâmicos com altos e baixos índices de absorção de água inicial, avaliados e selecionados por meio do ensaio preconizado pela NBR 15270-2 [18], a fim de identificar a influência desse parâmetro na variação da umidade dos compósitos de revestimento.

Para essa avaliação, sensores de umidade foram inseridos no eixo médio das camadas de revestimento argamassado, com 2,5 cm de espessura (Figura 7a). Ademais, ressalta-se que o monitoramento foi iniciado no momento da aplicação dos compósitos sobre as bases porosas, utilizando ao menos três sensores de umidade do modelo HD-38, e foi realizado por um período de seis dias, visto que a argamassa estabilizada apresenta um maior período de latência do que a convencional.

Figura 7 - Monitoramento da umidade de argamassas estabilizadas: (a) sensores de umidade inseridos na camada de argamassa aplicada sobre o substrato cerâmico; (b) equipamento utilizado para o monitoramento da umidade dos compósitos.



Fonte: Os autores (2025).

DISCUSSÃO DE RESULTADOS

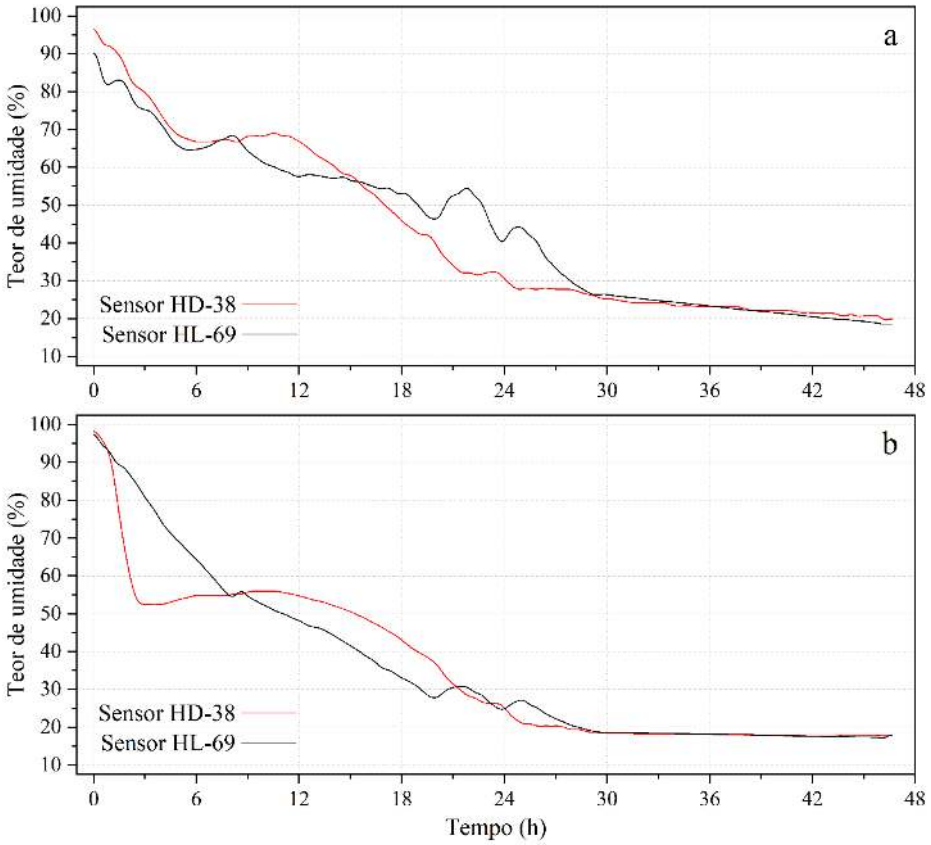
Influência do Tipo de Sensor de Umidade

A variação do teor de umidade registrada pelos diferentes modelos de sensores ao longo do tempo está representada na Figura 8. Embora apresentassem leituras iniciais e finais semelhantes, os sensores exibiram comportamentos distintos ao longo do monitoramento.

Observou-se que, em ambos os cenários de teste, os sensores do modelo HL-69 apresentaram um maior nível de ruído na aquisição dos dados e registraram variações de umidade com

tendência de redução linear. Por outro lado, os sensores HD-38 forneceram leituras mais estáveis, com menor interferência de ruído, e geraram curvas de variação de umidade caracterizadas por estágios distintos de comportamento.

Figura 8 – Variação do teor de umidade das argamassas de revestimento em função do tipo de sensor de umidade utilizado no monitoramento: (a) avaliação da argamassa aplicada sobre substrato não absorvente; (b) avaliação da argamassa aplicada sobre substrato absorvente.



Fonte: Os autores (2025).

Tanto na avaliação sobre o substrato absorvente quanto na base não absorvente (Figura 8a e 8b), observa-se que as curvas de umidade geradas pelos sensores modelo HD-38 apresentaram um estágio inicial de perda de umidade mais acentuada, seguido por um estágio de estabilização com menor taxa de perda e, por fim, um estágio de baixa variação e decréscimo gradual da umidade.

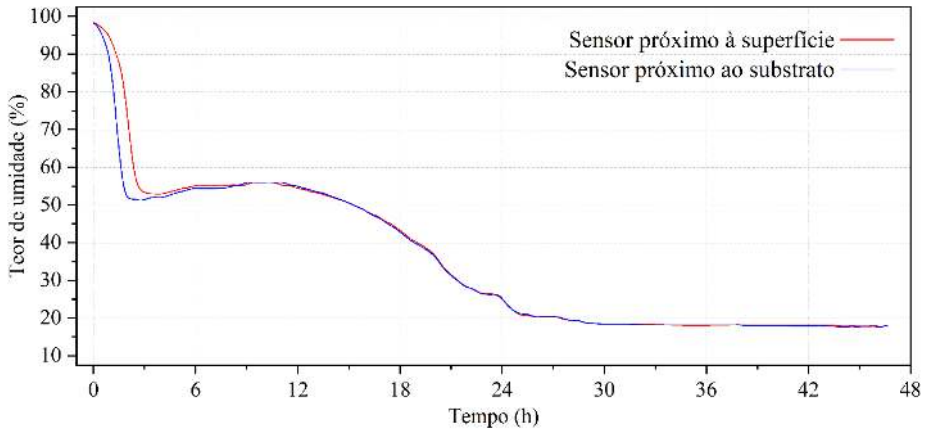
Com base nos resultados obtidos nesta etapa de calibração e ajuste do sistema, definiu-se que, nas etapas subsequentes de avaliação, será utilizado exclusivamente o sensor de umidade modelo HD-38, uma vez que este apresentou desempenho superior em relação ao modelo de comparação.

Influência da Altura de Inserção na Variação da Umidade

A Figura 9 apresenta o comportamento da variação de umidade da argamassa em função da posição de inserção do sensor de monitoramento. Assim como no teste de comparação dos

sensores, observam-se estágios distintos de variação de umidade ao longo do tempo de avaliação.

Figura 9 – Variação da umidade do revestimento em função da altura de inserção dos sensores.



Fonte: Os autores (2025).

No primeiro estágio, compreendido entre 0 e 4 horas, ocorreram acentuados decréscimos no teor de umidade, sendo essa variação mais intensa na porção da argamassa próxima ao substrato. Esse comportamento pode estar associado ao movimento da água em direção ao substrato e à teoria dos poros ativos [5][19]. Todavia, apesar dessa leve diferença inicial, observa-se que, de maneira geral, não houve variações expressivas no teor de umidade da argamassa em função da posição de monitoramento ao longo da camada de revestimento.

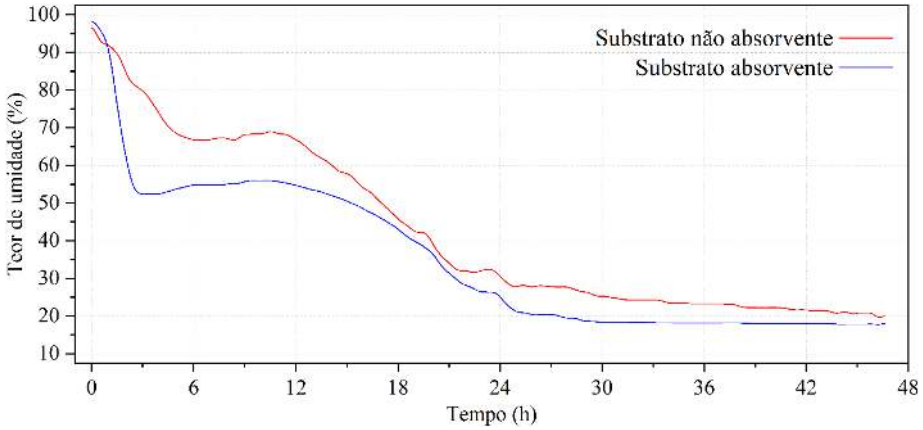
Na literatura, verifica-se que o comportamento observado no presente estudo difere do relatado por Bauer *et al.* (2012) [2]. Entretanto, essa discrepância pode estar associada, isoladamente ou de forma combinada, a três fatores principais: diferenças nas metodologias de avaliação; variações nos materiais utilizados nas análises; e significativa discrepância nas espessuras dos revestimentos avaliados nos estudos.

Influência da Absorção de Água do Substrato na Variação da Umidade

A partir das sucessivas análises de secagem e comparação de dados, constatou-se que os sensores requeriam aproximadamente 20 minutos para estabilizar a leitura da umidade dos compósitos. Dessa forma, em todas as avaliações realizadas neste estudo, incluindo as já discutidas, os dados registrados nos primeiros 20 minutos de monitoramento foram desconsiderados.

A Figura 10 apresenta os resultados das avaliações de umidade das argamassas aplicadas sobre substratos absorventes e não absorventes. Como esperado, observa-se que os revestimentos exibiram tendências semelhantes de variação da umidade ao longo do tempo, caracterizadas por um decréscimo contínuo. No entanto, a intensidade dessa variação foi distinta, sendo que a perda de umidade da argamassa aplicada sobre a base não absorvente foi menor, especialmente nas primeiras 12 horas de avaliação, em comparação àquela aplicada sobre a base porosa.

Figura 10 – Comportamento da umidade de argamassas de revestimento aplicadas sobre substratos com e sem absorção de água ao longo do tempo.



Fonte: Os autores (2025).

A partir da Figura 10, também foram identificados os estágios já mencionados de variação da umidade, destacando-se a influência significativa da absorção de água pelo substrato poroso, especialmente no estágio inicial, entre 0 e 4 horas. Com o avanço do monitoramento, observa-se que as argamassas passaram a apresentar umidade relativa semelhante em ambas as condições de avaliação, particularmente após aproximadamente 18 horas de análise.

Na avaliação de argamassas dosadas com agregados naturais ou reciclados, acondicionadas em moldes prismáticos metálicos e utilizando sensores de umidade modelo HL-69, Álvarez *et al*. (2020) [14] observaram que aproximadamente 15% do teor relativo total de água de amassamento foi perdido ao longo dos três primeiros dias de avaliação (72 horas).

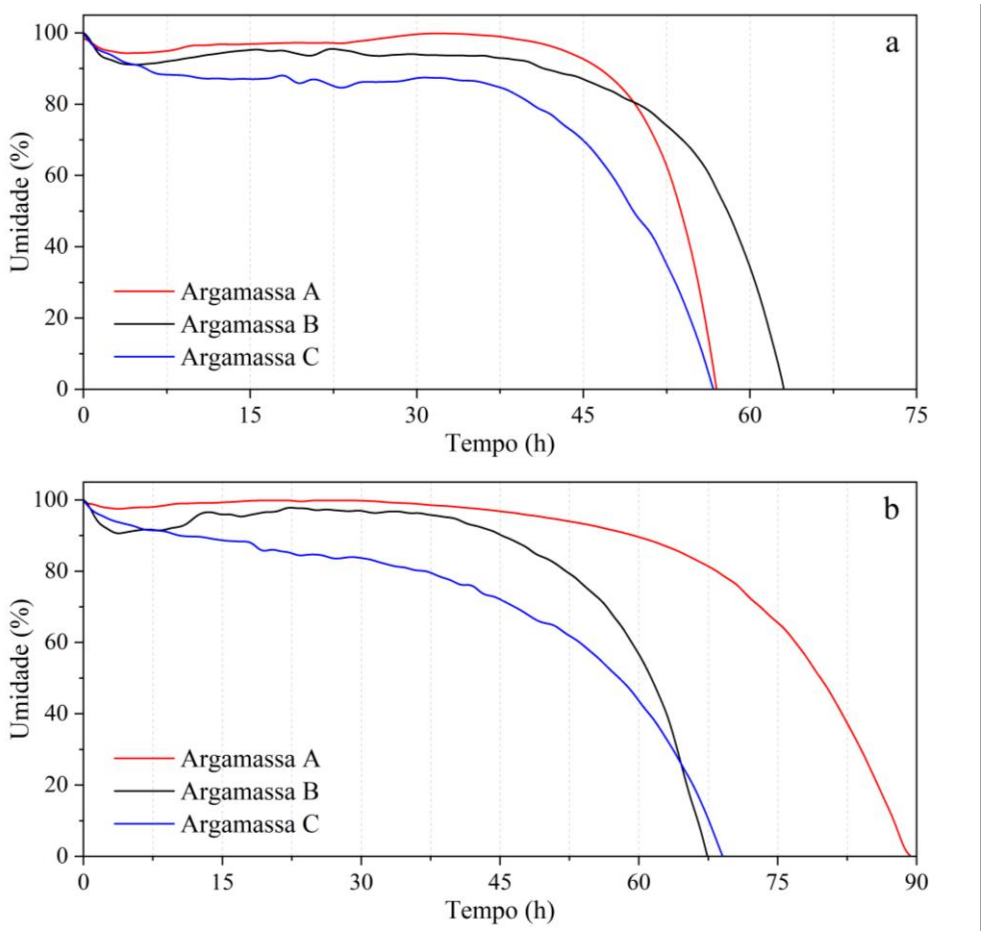
Esse comportamento difere substancialmente dos resultados obtidos na presente pesquisa, que identificou uma perda relativa de umidade superior a 70% após 42 horas de monitoramento, em ambas as condições de avaliação (Figura 10). Além disso, os resultados dos autores [14] também se distinguem daqueles reportados por Bauer *et al.* (2012) [2], que observaram uma perda de aproximadamente 65% do teor relativo de água após 9 horas de avaliação, em argamassas submetidas à sucção de substratos porosos.

Novamente, as diferenças observadas nos resultados entre os estudos podem, provavelmente, ser atribuídas às hipóteses discutidas no item anterior. No entanto, o considerável tempo necessário para o decréscimo da umidade relatado por Álvarez *et al.* (2020) [14] ressalta a necessidade de novos estudos que forneçam uma justificativa mais aprofundada para as discrepâncias observadas entre as diferentes pesquisas.

Monitoramento do Teor de Umidade de Argamassas Estabilizadas

A Figura 11 apresenta os resultados do monitoramento do teor de umidade de argamassas estabilizadas aplicadas sobre substratos porosos com diferentes índices de absorção de água inicial. Observa-se que, na maioria das avaliações, as argamassas estabilizadas apresentaram variações iniciais de umidade relativamente pequenas, na faixa de 5% a 15%, durante as primeiras 40 horas de monitoramento, seguidas por reduções mais acentuadas a partir desse período.

Figura 11 – Variação do teor de umidade interna de argamassas estabilizadas ao longo do tempo: (a) argamassa aplicadas sobre substratos cerâmicos de alto índice de absorção de água inicial; (b) argamassa aplicadas sobre substratos cerâmicos de baixo índice de absorção de água inicial.



Fonte: Os autores (2025).

Considerando um teor de umidade inicial equivalente a 100% e final próximo de 0%, conforme apresentado na Figura 11, observa-se que o tempo necessário para a redução do teor de umidade das argamassas estabilizadas foi significativamente maior do que o relatado por Bauer *et al.* (2012) [2], na avaliação de argamassas convencionais, e, novamente, substancialmente menor do que o observado por Álvarez *et al.* (2020) [14], no estudo de argamassas convencionais dosadas com agregados naturais e reciclados.

Além disso, diferentemente do comportamento das argamassas convencionais avaliadas neste estudo, os compósitos estabilizados não exibiram os mesmos estágios de variação de umidade. Essa diferença de comportamento pode estar relacionada ao uso de aditivos ou a mecanismos de retenção de água na formulação das argamassas estabilizadas. No entanto, novos estudos são necessários para investigar essa hipótese.

A comparação dos resultados das avaliações (Figura 11a e 11b) evidencia a influência do nível de absorção de água inicial dos substratos cerâmicos na variação do teor de umidade das argamassas estabilizadas. Nesse contexto, destaca-se que as argamassas aplicadas sobre substratos de menor absorção inicial de água (Figura 11b) mantiveram teores internos de

umidade acima de 0% por um período superior àquelas aplicadas sobre bases com maior absorção inicial (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**a).

De acordo com Travincas *et al.* (2023) [20], a absorção capilar da base cerâmica é a característica do substrato que mais influencia o comportamento das argamassas. Assim, os resultados destas avaliações corroboram a teoria de que tanto o índice de absorção inicial quanto as propriedades de sucção do substrato podem impactar diretamente o transporte de água e, consequentemente, a variação do teor de umidade interna das argamassas estabilizadas.

CONCLUSÕES

A partir das análises desenvolvidas, podem-se concluir as seguintes premissas:

- a partir de equipamentos eletrônicos acessíveis e de baixo custo, é possível desenvolver e ajustar dispositivos capazes de monitorar o teor de umidade interna das argamassas;
- o uso de um equipamento de monitoramento do teor de umidade interna permite acompanhar a evolução da variação de umidade desses compósitos, oferecendo uma excelente alternativa para avaliar o comportamento das argamassas e correlacioná-lo a diversas propriedades desses materiais;
- com base nas avaliações em argamassas estabilizadas, infere-se que o equipamento é capaz de registrar diferenças significativas no comportamento da variação do teor de umidade dessas argamassas, destacando que a interação com substratos porosos pode influenciar esse comportamento;
- o tempo necessário para estabilização da leitura dos sensores pode não ser adequado para avaliações que exigem leituras iniciais com alta precisão. Portanto, sugere-se a utilização de outros tipos de sensores ou métodos alternativos para analisar a variação da umidade nesses casos.
- por fim, ressalta-se que, apesar dos ajustes e calibrações realizadas, esta técnica de monitoramento e avaliação do teor de umidade interna das argamassas ainda está em estágio inicial de desenvolvimento. Assim, é fundamental que novos estudos sejam conduzidos para aprimorar sua confiabilidade e precisão.

REFERÊNCIAS

[1] BROCKEN, H. J. P. *et al.* Water extraction out of mortar during brick laying: A NMR study. **Materials and structures**, v. 31, p. 49-57, 1998.

[2] BAUER, E. *et al.* A influência do transporte de água no comportamento dos revestimentos de argamassa nos momentos iniciais pós-aplicação. In: 4º Congresso Português de Argamassas e ETICS, **Anais** [...]. Coimbra, 2012

[3] CARASEK, H. **Aderência de argamassas à base de cimento Portland a substratos porosos: avaliação dos fatores intervenientes e contribuição ao estudo do mecanismo da**

ligação. 1996. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

[4] PAES, I. N. L. **Avaliação do transporte de água em revestimentos de argamassa nos momentos iniciais pós-aplicação**. 2004. Tese (Doutorado em Engenharia), Universidade Nacional de Brasília, Brasília/DF, 2004.

[5] SCARTEZINI, L. M. *et al.* A influência do preparo da base na aderência e na permeabilidade à àgua dos revestimentos de argamassa, **Ambiente Construído**, v. 2, n. 2. p.85-92, 2002

[6] PAGNUSSAT, D. T. **Efeito da temperatura de queima de blocos cerâmicos sobre a resistência de aderência à tração de revestimentos de argamassa**. 2013. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

[7] TORRES, I.; VEIGA, R.; FREITAS, V. Influence of substrate characteristics on behavior of applied mortar. **Journal of Materials in Civil Engineering**, v. 30, n. 10, 2018.

[8] PEREIRA, C. H. A. F.; BAUER, E. Avaliação da perda de água de argamassas de revestimento por evaporação e por absorção do substrato. In: X Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas, **Anais** [...]. Fortaleza, Brasil, 2013.

[9] AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS (AASHTO). **T 318-15**: Standard Method of Test for Water Content of Freshly Mixed Concrete Using Microwave Oven Drying. 2015.

[10] SAIZ, P. *et al.* Behaviour of masonry mortars fabricated with recycled aggregate towards moisture. **Dyna**, v. 94, n. 4, p. 442-446, 2019.

[11] CARETTE, J.; STAQUET, S. Monitoring the setting process of mortars by ultrasonic P and S-wave transmission velocity measurement. **Construction and Building Materials**, v. 94, p. 196-208, 2015.

[12] MORÓN, C. *et al.* New system of shrinkage measurement through cement mortars drying. **Sensors**, v. 17, n. 3, p. 522, 2017.

[13] YIM, H. J.; LEE, H.; KIM, J. H. Avaliação do tempo de pega da argamassa usando medições de resistividade elétrica. **Construction and Building Materials**, v. 146, p. 679-686, 2017.

[14] ÁLVAREZ, E. Y. *et al.* Low cost system for measuring the evolution of mechanical properties in cement mortars as a function of mixing water. **Construction and Building Materials**, v. 244, p.118-127, 2020.

[15] MARQUEZAN, L. **Influência da absorção de água inicial do substrato cerâmico nas propriedades da argamassa estabilizada**. 2024. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Construção e Infraestrutura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2024.

[16] FERRÁNDEZ, D. *et al.* Low-cost sensors for determining the variation in interior moisture content in gypsum composite materials. **Materials**, v. 13, n. 24, p. 5831, 2020.

[17] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 16541**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Preparo da mistura para a realização de ensaios. Rio de Janeiro, 2016.

[18] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15270-2**: Componentes cerâmicos – Blocos e tijolos para alvenaria – Métodos de ensaios. Rio de Janeiro, 2023.

[19] PAES, I. N.; BAUER, E.; CARASEK, H.; PAVON, E. Influencia del transporte de agua en morteros de revestimiento, en la resistencia a la adherencia. **Revista Ingenieria de Construcción**, v. 29, n. 2, p. 175-186, 2014.

[20] TRAVINCAS, R. *et al.* The influence of the substrate type on the performance of an industrial cement mortar for general use. **Journal of Building Engineering**, v. 73, 2023.