XXI ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
14 a 16 de outubro de 2026 | Goiânia-Brasil
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8629

Desenvolvimento de ensaio para a determinação da retração plástica em formulações de argamassas de revestimento

Development of a test for determining plastic shrinkage in coating mortar formulations.

Alana Lima Porcino
UFPR | Curitiba | Brasil | alana.lima@ufpr.br
Marienne do Rocio de Mello Maron da Costa
UFPR| Curitiba | Brasil | mariennemaron@gmail.com
Matheus Viana Caetano da Silva
UEL| Apucarana | Brasil | matheusvianacaetano@gmail.com
Sarah Honorato Lopes da Silva Tamura
UTFPR | Apucarana | Brasil | sarahh@utfpr.edu.br

Resumo

O fenômeno da retração plástica em matrizes cimentícias de revestimento é verificado nos estágios iniciais de hidratação e constitui um fator determinante para o desempenho e a durabilidade dos sistemas de vedação, pois, ao propagar fissuras no revestimento, a estanqueidade é comprometida, bem como a aderência ao substrato e os requisitos de desempenho estético e funcional. A ausência de ensaios normatizados e as dificuldades instrumentais em avaliar materiais cimentícios no estado fluido sem causar interferências físicas limitam a compreensão e a mitigação dessas deformações precoces. Este trabalho apresenta as etapas de desenvolvimento de uma metodologia experimental voltada para caracterizar esse fenômeno, baseada em microscopia digital eletrônica que, com o apoio de *softwares* especializados, permite o monitoramento da movimentação da argamassa no estado fresco a partir de hastes poliméricas, produzidas via impressão 3D, inseridas como pontos de referência. Essa metodologia permite gerar representações gráficas precisas do desenvolvimento da retração nas horas iniciais de hidratação do cimento, momento de maior criticidade de ocorrência deste fenômeno. Os resultados comprovaram a eficácia e sensibilidade do método, registrando retrações acumuladas máximas entre 0,1662 e 0,8172 mm/m, permitindo diferenciar com clareza o comportamento de traços com variados teores de cal e auxiliando diretamente na prevenção de fissuras em revestimentos.

Palavras-chave: Retração plástica. Argamassa de revestimento. Caracterização no estado fresco. Metodologia experimental. Instrumentação.

Abstract

Plastic shrinkage in cementitious rendering matrices occurs during the early stages of hydration and is a critical factor for the performance and durability of enclosure systems; the propagation of cracks in the render compromises watertightness, bond strength to the substrate, and aesthetic and functional performance requirements. The lack of standardized tests and the instrumental challenges of evaluating cementitious materials in the fluid state without causing physical interference limit the understanding and mitigation of these early-age deformations. This paper presents the development of an experimental methodology designed to characterize this

phenomenon using digital microscopy; supported by specialized software, the method monitors mortar movement in the fresh state by tracking 3D-printed polymer rods inserted as reference points. This approach enables the generation of precise graphical representations of shrinkage development during the initial hours of cement hydration—the period when this phenomenon is most critical. The results demonstrated the method's effectiveness and sensitivity, recording maximum cumulative shrinkage values between 0.1662 and 0.8172 mm/m; this allowed for a clear distinction between the behavior of mixtures with varying lime contents and directly aids in the prevention of cracking in renders.

Keywords: Plastic Shrinkage. Rendering Mortar. Fresh state characterization. Experimental methodology. Instrumentation.

INTRODUÇÃO

O controle das variações volumétricas nas idades iniciais é determinante para a durabilidade dos revestimentos. No estado fresco, a baixa rigidez da matriz reduz sua capacidade de resistir às tensões internas e pode comprometer a interface com o substrato. Nessa fase são estabelecidas a microestrutura e a porosidade capilar, que condicionam o comportamento posterior do material. Entre os mecanismos atuantes destacam-se a retração química, associada à redução do volume absoluto dos produtos hidratados, e a retração plástica, relacionada principalmente à evaporação superficial [1][2]. Quando a taxa de evaporação supera a exsudação, formam-se tensões capilares e microfissuras que favorecem a entrada de agentes agressivos e podem potencializar retrações posteriores, como as de secagem e carbonatação [3][4][5].

A caracterização desse período é dificultada pela instabilidade da argamassa fresca, pela interferência causada por sensores de contato e pela escassez de procedimentos normatizados. Com base nos trabalhos de Suss [6] e Silva et al. [7], esta pesquisa desenvolve uma metodologia para monitorar continuamente a variação dimensional linear horizontal de argamassas durante as primeiras horas de hidratação. O método combina microscopia digital, captura automatizada de imagens, processamento computacional e hastes poliméricas impressas em 3D, utilizadas como referências para inferir a magnitude da retração plástica.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 RETRAÇÃO EM MATERIAIS CIMENTÍCIOS

Conforme O controle das variações volumétricas nas idades iniciais é determinante para a durabilidade dos revestimentos. No estado fresco, a baixa rigidez da matriz reduz sua capacidade de resistir às tensões internas e pode comprometer a interface com o substrato. Nessa fase são estabelecidas a microestrutura e a porosidade capilar, que condicionam o comportamento posterior do material. Entre os mecanismos atuantes destacam-se a retração química, associada à redução do volume absoluto dos

produtos hidratados, e a retração plástica, relacionada principalmente à evaporação superficial [1][2]. Quando a taxa de evaporação supera a exsudação, formam-se tensões capilares e microfissuras que favorecem a entrada de agentes agressivos e podem potencializar retrações posteriores, como as de secagem e carbonatação [3][4][5].

A caracterização desse período é dificultada pela instabilidade da argamassa fresca, pela interferência causada por sensores de contato e pela escassez de procedimentos normatizados. Com base nos trabalhos de Suss [6] e Silva et al. [7], esta pesquisa desenvolve uma metodologia para monitorar continuamente a variação dimensional linear horizontal de argamassas durante as primeiras horas de hidratação. O método combina microscopia digital, captura automatizada de imagens, processamento computacional e hastes poliméricas impressas em 3D, utilizadas como referências para inferir a magnitude da retração plástica

2.1 RETRAÇÃO PLÁSTICA

De acordo com Bastos [3], a retração plástica é um fenômeno que ocorre nas primeiras horas de hidratação dos materiais cimentícios, enquanto a matriz ainda se encontra no estado fresco e apresenta baixa rigidez. Segundo Neville [2], esse processo é desencadeado quando a taxa de evaporação da água superficial supera a taxa de exsudação, promovendo a formação de meniscos nos poros capilares. Conforme Wittmann [10], esses meniscos geram tensões capilares negativas que aproximam as partículas sólidas e provocam a contração da pasta, da argamassa ou do concreto. O principal efeito da retração plástica é a fissuração. Conforme Mehta e Monteiro [4], quando as tensões capilares excedem a resistência da matriz no estado plástico, surgem fissuras que comprometem a durabilidade do material ao facilitar a penetração de agentes agressivos, como cloretos e dióxido de carbono. A magnitude da retração plástica depende de fatores relacionados à composição da mistura, como relação água/cimento, teor de finos e aditivos, além das condições ambientais, como temperatura, velocidade do vento e umidade relativa. Bastos [3] e Silva [1] destacam que a caracterização desse fenômeno requer métodos de análise visual e dimensional capazes de monitorar as deformações nas primeiras horas de hidratação, etapa fundamental para prevenir fissuras e garantir o desempenho do material endurecido.

Atualmente, a literatura técnica aponta uma escassez de métodos normatizados para a mensuração da retração no estado plástico em argamassas. Normas vigentes, como a brasileira [13], focam majoritariamente nas variações dimensionais do estado endurecido e de secagem a longo prazo. Diante desse cenário, pesquisadores têm desenvolvido métodos alternativos. A abordagem por deslocamentos horizontais, utilizando LVDT (*Linear Variable Differential Transformer*) ou relógios comparadores mecânicos, é a mais comum. Outras abordagens incluem a quantificação de fissuras (a exemplo da norma americana [15]) e o uso de lasers. No entanto, essas abordagens enfrentam desafios e limitações: o uso de sensores de contato físico direto (como barras e pinos) na matriz ainda fluida pode inserir interferências indesejadas na medição, além de exigir um monitoramento manual que demanda de maior tempo de

desenvolvimento do ensaio, por outro lado, métodos avançados sem contato, como a correlação de imagens digitais (DIC) ou o uso de fibras óticas, esbarram no alto custo e complexidade de implementação.

A metodologia experimental utilizada neste trabalho resulta da evolução de estudos voltados ao aumento da precisão e da eficiência do ensaio. Inicialmente proposta por Suss [6], empregava relógios comparadores analógicos, exigindo monitoramento contínuo pelo operador. Posteriormente, Silva [7] automatizou o processo por meio de softwares específicos, reduzindo a intervenção humana, embora ajustes em algoritmos e hardware ainda fossem necessários. Atualmente, o método utiliza microscopia digital para monitorar a variação dimensional horizontal de argamassas durante as primeiras 24 horas de hidratação, com captura automática de imagens a cada 60 segundos e processamento computacional para quantificar a retração no estado fresco. Apesar desses avanços, a execução do ensaio ainda esbarra em desafios operacionais e limitações práticas significativas. Destaca-se a dificuldade em manter o monitoramento contínuo durante o período completo de 24 horas devido a restrições de infraestrutura laboratorial, especificamente a indisponibilidade de um equipamento computacional dedicado integralmente à captura ininterrupta dos dados. É exatamente essa restrição de acesso que justifica as variações no tempo total de monitoramento observadas entre as diferentes amostras. Somado a isso, o controle rigoroso das condições de contorno representa um desafio considerável, visto que a padronização do meio e a manutenção de um ambiente isolado, isento de variações de temperatura e umidade, são fundamentais, uma vez que tais oscilações climáticas interferem de forma direta e acentuada no comportamento da matriz cimentícia em suas idades iniciais.

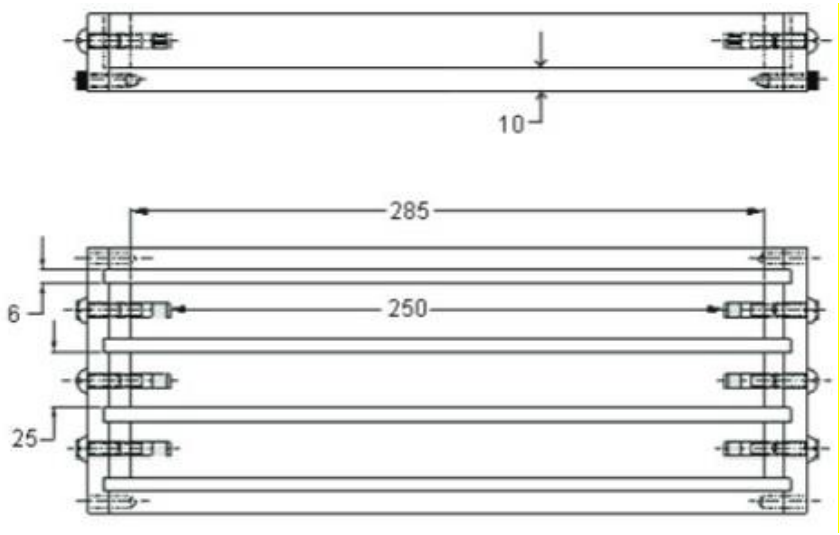
METODOLOGIA

3.1 INSTRUMENTAÇÃO

O método utiliza o mesmo molde prismático metálico adotado no ensaio de variação dimensional de argamassas, denominado retração de secagem, proposto na NBR 15261:2005 [13] com dimensões 285mm x 25mm x 25mm (FIGURA(S) 1 e 2), o mesmo empregado por Suss [6]. A escolha do molde foi feita com o objetivo de possibilitar após a medição da retração plástica, a sequência do ensaio proposto pela NBR 15261:2005 [14], ou seja, a retração de secagem verificada no estado endurecido, possibilitando desta forma obter-se a retração total da argamassa.

Figura 1: Molde prismático metálico presente na NBR 15261:2005

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8629



Nota: unidades em mm. Fonte: adaptado de NBR 15261:2005 [14].

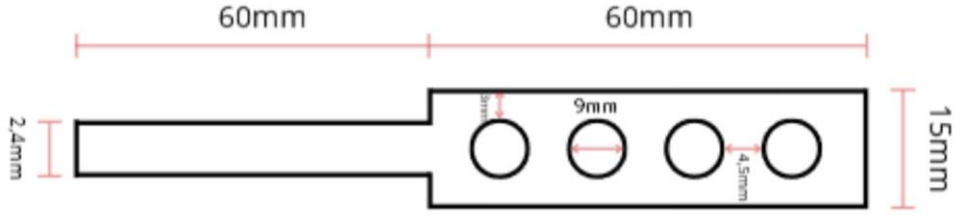
Figura 2: Molde prismático metálico indicado na NBR 15261:2005



Fonte: Os autores.

Foram utilizadas hastes produzidas por impressora 3D de material de filamentos plásticos, garantindo a leveza necessária para reproduzir o deslocamento da argamassa em estado fresco. As dimensões podem ser vistas na imagem a seguir (FIGURA 3) com uma espessura de 1mm. A haste apresenta quatro orifícios em seu meio para dar aderência à argamassa fresca e maior sensibilidade ao ensaio.

Figura 3: Dimensões da haste 3D usada nos ensaios

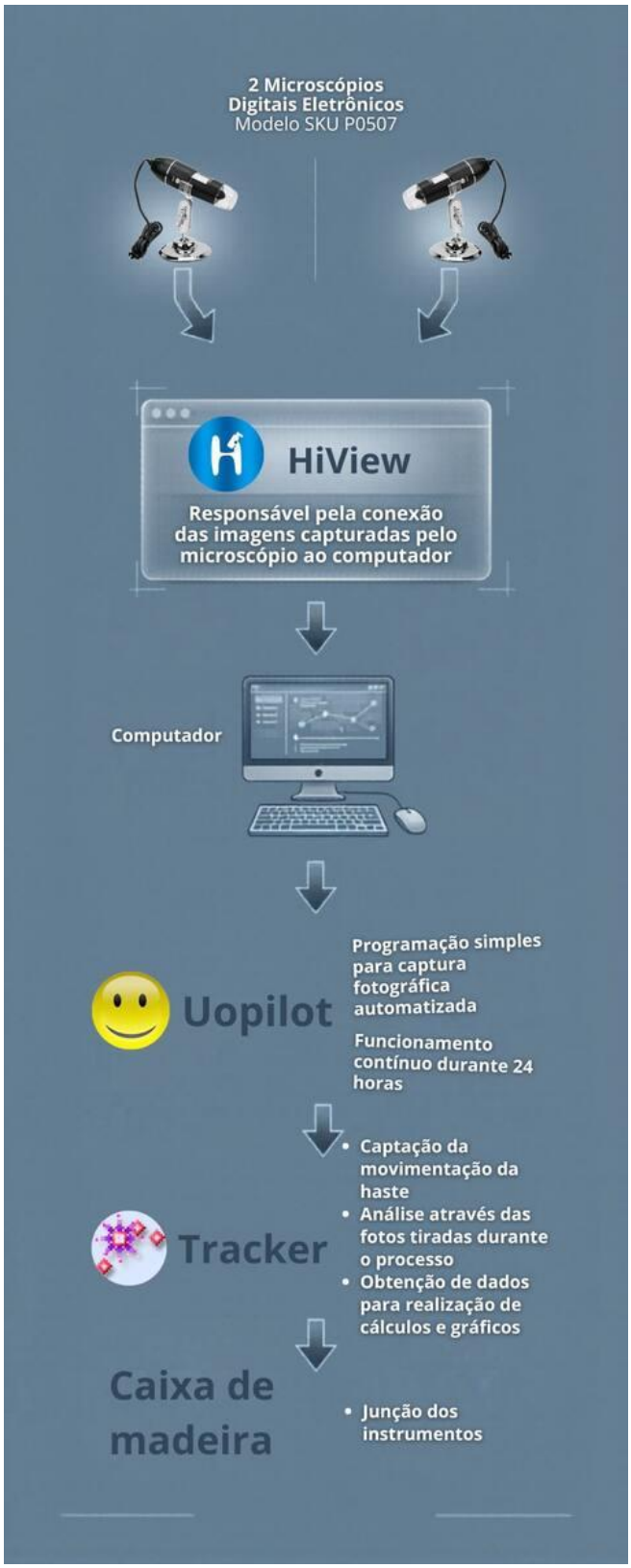


Fonte: Os autores.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8629

A estrutura digital criada para apoiar o ensaio na obtenção dos dados de movimentação dessa haste que representa a movimentação da argamassa em estado fresco, está apresentada no fluxograma (Figura 4).

Figura 4: Fluxograma instrumentação



Fonte: O autor.

3.2 CONDIÇÕES DO AMBIENTE DE ENSAIO

As etapas de preparação e análise das amostras foram conduzidas em dois ambientes distintos do Laboratório de Tecnologia de Argamassas (LATECA/UFPR), com condições operacionais específicas para cada fase da pesquisa. A produção das argamassas, que compreende a dosagem e a mistura dos constituintes, ocorreu nas dependências gerais do laboratório. As variações de temperatura e umidade foram rigorosamente monitoradas e (24±3°C) preestabelecida para garantir a repetibilidade do método. Apesar de pequenas oscilações residuais inerentes ao processo, o acompanhamento contínuo em ambos os ambientes, detalhado nas Tabelas 1 e 2, permitiu integrar o estado higrotérmico real da produção ao comportamento dimensional observado nas primeiras 24 horas de hidratação.

Tabela 1: Leituras feitas de temperatura e umidade.

	Câmara seca	Laboratório
Medidas	Valores	Valores
Temperatura média	23,8°C	21,3°C
Temperatura máxima	26,8°C	25,8°C
Temperatura mínima	21,7°C	17,5°C
Umidade média	44%	60%
Umidade máxima	67%	70%
Umidade mínima	22%	39%

Fonte: os autores.

3.3 TRAÇOS DE ARGAMASSA ADOTADOS

Foram utilizadas três argamassas com traços em volume 1:3, 1:1:6 e 1:2:9, com a mesma relação em volume de aglomerante/agregado 1:3. O objetivo foi verificar se o método de ensaio indicava a redução da retração das argamassas com a inclusão de cal, fenômeno este já conhecido no meio técnico. Seguindo a NBR 13276-2016 [14] foram produzidos os traços de argamassa em volume, sendo eles, para um volume de 2L de argamassa.

3.4 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O procedimento experimental inicia-se com a dosagem, mistura e homogeneização da argamassa, seguida da preparação das amostras para o ensaio de retração plástica. Os corpos de prova são moldados em duas etapas: inicialmente, o molde prismático é preenchido até metade da altura para a inserção central da haste; em seguida, completa-se o preenchimento até o topo, garantindo seu adequado embutimento. Após a moldagem, o conjunto é posicionado na caixa de ensaio, onde os microscópios digitais, previamente fixados, têm a posição e o foco ajustados para monitorar a

extremidade livre da haste (2,4 mm), permitindo o rastreamento preciso de seu deslocamento horizontal em relação à referência fixa da imagem. (Figura 5).

Figura 5: Fluxograma procedimento experimental



Fonte: Os autores.

O monitoramento contínuo é realizado durante o período predeterminado de no mínimo 5h podendo-se estender até 24h que é o que entendemos como limite das deformações plásticas, caso que estamos querendo analisar com o ensaio, com isso os resultados são processados após o ensaio laboratorial, a partir do acervo fotográfico gerado por microscópios digitais integrados aos *softwares HiView* e *Uopilot*. Através

dessa sequência de imagens em *time-lapse*, utiliza-se o *software Tracker* para correlacionar as coordenadas de um ponto de referência predefinido, rastreando o deslocamento de uma haste embutida na matriz e quantificando a variação dimensional por retração. Os dados extraídos são tabulados e o índice de retração é calculado como a razão entre o somatório das movimentações das hastes (em milímetros) e o comprimento de referência do molde prismático (em metros). O resultado, expresso em mm/m, fundamenta a plotagem dos gráficos que representam o comportamento da argamassa (Figura 6).

Figura 6: Fluxograma procedimento experimental



Fonte: Os autores.

RESULTADOS

Nesta etapa, são apresentados os resultados obtidos. Os ensaios foram realizados por períodos variados, respeitando um tempo mínimo de monitoramento de 5 horas para garantir a confiabilidade dos dados.

Inicialmente, foram conduzidos ensaios de ajuste, nos quais foram realizados aprimoramentos no controle de temperatura, umidade, luminosidade, movimentações próximas ao ensaio e na definição de um ponto de referência para parametrizar as medidas obtidas pelas imagens dos microscópios. Essas modificações aumentaram a reprodutibilidade e a repetibilidade do método. Após essa etapa, foram realizados sete ensaios com diferentes traços de argamassa, apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: CPs dos ensaios

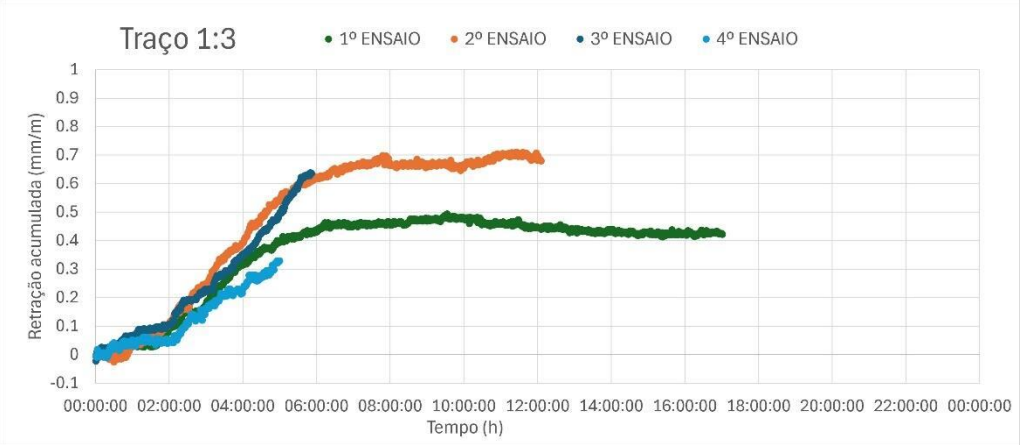
Item	Quantidade
Total de CPs	7
Traço 1:3	4
Traço 1:1:6	2
Traço 1:2:9	1

Fonte: Os autores.

Pode-se observar nos gráficos a seguir a evolução em tempo da retração plástica das argamassas estudadas (Figura(s) 7 a 9).

Os valores de retração acumulada obtidos para o traço 1:3 (0,3284–0,7103 mm/m) situam-se na mesma ordem de grandeza reportada por Silva [1], que observou retrações máximas entre X e Y mm/m para argamassas com relação aglomerante: agregado similar. Já Bastos [3] registrou valores de Z mm/m para traços com cal, confirmando a tendência de redução da retração com o aumento do teor de cal observada neste trabalho (traço 1:1:6 = 0,6414–0,8172 mm/m; traço 1:2:9 = 0,1816 mm/m). Essa concordância com a literatura sugere que o método proposto é sensível o suficiente para capturar as diferenças entre composições, embora ensaios adicionais sejam necessários para estabelecer correlações estatísticas robustas.

Figura 7: Retração linear acumulada da argamassa no estado fresco, traço em volume 1:3



Nota: Retração máxima obtida: 1º - 0,4889 (mm/m); 2º - 0,7103 (mm/m); 3º - 0,6363 (mm/m); 4º - 0,3284 (mm/m) e duração do ensaio de 1º - 17h01min; 2º - 12h06min; 3º - 5h52min; 4º - 5h. Fonte: o autor.

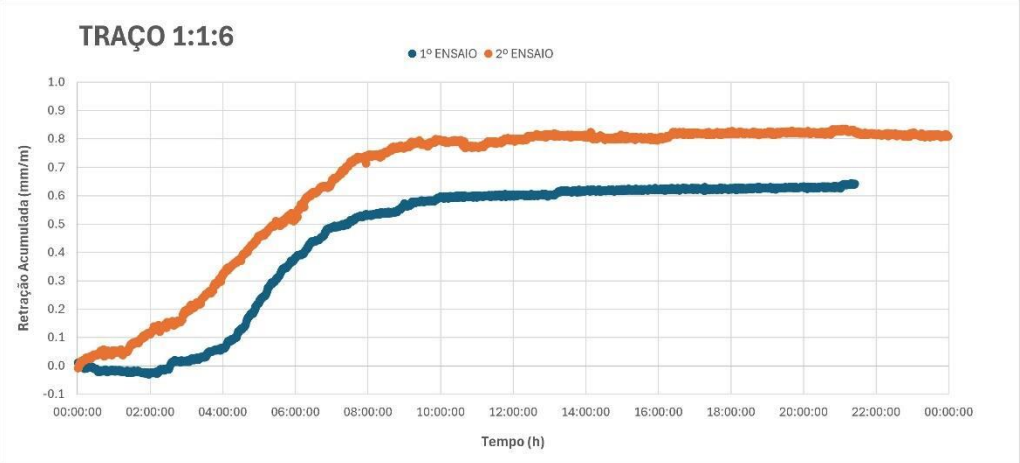
Podemos observar na tabela 4 os valores de desvio padrão e coeficiente de variação para os ensaios do traço em volume 1:3 no tempo(h) igual a 5h.

Tabela 4: Desvio padrão e coeficiente de variação traço em volume 1:3

	CP	CV
1:3	0,0948	21,55%

Fonte: Os autores.

Figura 8: Retração linear acumulada da argamassa no estado fresco, traço em volume 1:1:6



Nota: Retração máxima obtida: 1º - 0,6414 (mm/m); 2º - 0,8172 (mm/m) e duração do ensaio de 1º - 21h25min, 2º 24h. Fonte: o autor.

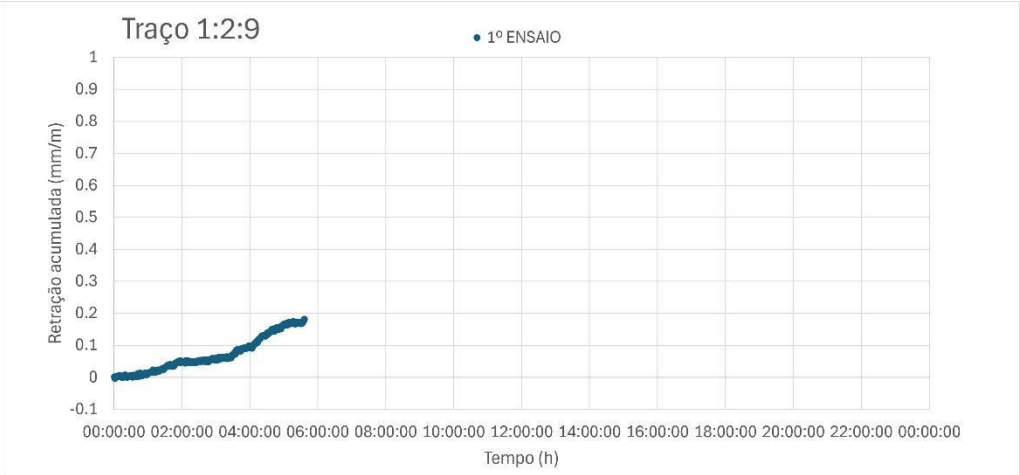
Podemos observar na tabela 5 os valores de desvio padrão e coeficiente de variação para os ensaios do traço em volume 1:1:6 no tempo(h) igual a 21h25min.

Tabela 5: Desvio padrão e coeficiente de variação traço em volume 1:1:6

	CP	CV
1:1:6	0,1282	17,51%

Fonte: Os autores.

Figura 9: Retração linear acumulada da argamassa no estado fresco, traço em volume 1:2:9



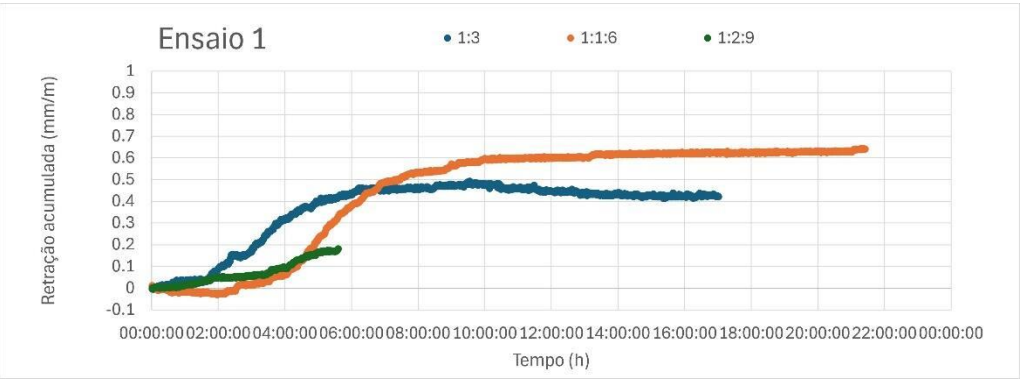
Nota: Retração máxima obtida 0,1816 (mm/m) e duração do ensaio de 5h36. Fonte: o autor.

O desvio padrão e o coeficiente de variação não foram calculados para esse ensaio, pois ele contém apenas uma amostra, uma vez que essas medidas estatísticas dependem da existência de repetições experimentais para estimar a dispersão dos resultados.

Desta forma podemos concluir que considerando a elevada sensibilidade da retração plástica às condições ambientais e às características dos materiais cimentícios, coeficientes de variação inferiores a aproximadamente 15–20**%** podem ser considerados indicativos de boa repetibilidade experimental, enquanto valores superiores a 20**%** sugerem maior dispersão dos resultados e a necessidade de análise das fontes de variabilidade. Essa afirmação é coerente com a prática experimental, mas não deve ser apresentada como um limite normativo, pois nenhuma referência estabelece formalmente esse percentual para retração plástica.

A partir dos gráficos, observam-se três aspectos principais. O primeiro é o aumento da retração linear nas primeiras horas de hidratação, evidenciando que grande parte da deformação ocorre ainda no estado fresco. O segundo é a redução da taxa de retração por volta das 9 horas após a produção da argamassa, indicando a transição para um comportamento mais estável. Por fim, destaca-se a diminuição da retração com o aumento do teor de cal nas argamassas, observa-se esse comportamento na imagem abaixo (Figura 10), construída a partir do primeiro ensaio dos três traços analisados.

Figura 10: Retração linear acumulada da argamassa no estado fresco 1º ensaio



Nota: Retração máxima obtido traço 1:3 - 0,3988 (mm/m), traço 1:1:6 – 0,2214 (mm/m) e traço 1:2:9 – 0,1662 (mm/m) e duração do ensaio de 5h. Fonte: o autor.

Com base nos resultados obtidos até o momento, observa-se que o ensaio apresenta potencial promissor para a análise da retração no estado fresco das argamassas. Contudo, destaca-se a necessidade de continuidade do estudo, a fim de avaliar um maior número de variáveis e investigar possíveis limitações relacionadas à reprodutibilidade e à repetibilidade do ensaio.

CONCLUSÃO

A metodologia desenvolvida permitiu quantificar a retração linear de argamassas no estado fresco por meio de microscopia digital, captura automatizada e rastreamento de hastes poliméricas impressas em 3D. Os ajustes de temperatura, umidade, luminosidade, estabilidade do aparato e referência de imagem melhoraram a execução do ensaio. As curvas confirmaram que a retração se concentra nas primeiras horas de hidratação e tende a reduzir sua taxa posteriormente. Na comparação padronizada em 5 horas, o método distinguiu os três traços e indicou menor retração com a inclusão de maiores teores de cal.

O procedimento apresenta potencial para complementar a caracterização das argamassas, apoiar a prevenção de fissuras e contribuir para o desempenho e a durabilidade dos revestimentos. Contudo, o número limitado de amostras, as durações diferentes e a dispersão observada exigem novas repetições antes da validação definitiva. O aperfeiçoamento do método deverá priorizar monitoramento contínuo, condições ambientais mais uniformes e séries experimentais equivalentes entre os traços.

AGRADECIMENTOS

O trabalho foi realizado com apoio da Universidade Federal do Paraná. Os autores agradecem ao Setor de Tecnologia e ao Departamento de Engenharia Civil pelas instalações e pelo suporte acadêmico, e à equipe do Laboratório de Materiais e Estruturas pela disponibilização de equipamentos, espaço laboratorial e auxílio técnico.

DECLARAÇÃO DE USO/NÃO USO DE IA

Durante a preparação deste artigo, o primeiro autor utilizou as ferramentas ChatGPT versão 5.5, Gemini versão 3.1 e Canva IA para a tradução, melhoria de coesão e contribuição na geração de imagens do texto. Após a utilização das ferramentas os autores revisaram e editaram o conteúdo conforme necessário e assumem total responsabilidade pelo conteúdo do artigo publicado.

REFERÊNCIAS

[1] SILVA, Narciso Gonçalves da**. Avaliação da retração e da fissuração em revestimento de argamassa na fase plástica**. 2011. 329 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011. 60 p.

[2] NEVILLE, A. M. **Propriedades do concreto**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2016. 440 e 447 p. 441 p. 430 p. 456 e 457 p.

[3] BASTOS, Pedro Kopschitz Xavier. **Retração e desenvolvimento de propriedades mecânicas de argamassas mistas de revestimento.** 2001. 172 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001. 9, 24 e 42 p. 45 p.

[4] MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: microestrutura, propriedades e materiais**. 2. ed. São Paulo: IBRACON, 2014.

[5] POWERS, **T. C. A hypothesis on carbonation shrinkage**. Journal of the PCA Research and Development Laboratories, v. 4, n. 2, p. 40-50, 1962.

[6] SUSS, Matheus. **Proposta de ensaio para a determinação da retração de argamassas nas primeiras 24 horas de hidratação**. 2021. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2021.

[7] SILVA, Matheus Viana Caetano da; PEREIRA, Leandro da Silva; TAMURA, Sarah Honorato Lopes da Silva. **Desenvolvimento de metodologia de análise da retração plástica de pastas e argamassas cimentícias**. *In*: XIV SEMINÁRIO DE EXTENSÃO E INOVAÇÃO e XXIX SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, 2024, Francisco Beltrão. **Anais...** Francisco Beltrão: UTFPR, 2024

[8] HOLT, E. E**. Early ages autogenous shrinkage of concrete.** Technical Research Center of Finland, ESPOO, 2001.

[9] TAZAWA, E.; MIYAZAWA, S. Experimental study on mechanism of autogenous shrinkage of concrete. **Cement and Concrete Research**, Oxford, v. 25, n. 8, p. 1633-1638, 1995.

[10] WITTMANN, F. H.; LUKAS, J. **Experimental study of thermal expansion of hardened cement paste**. Materials and Structures, Paris, v. 7, n. 4, p. 247-252, 1974.

[11] VERBECK, G. J. **Carbonation of hydrated Portland cement. Cement and Concrete**, ASTM STP 205, p. 17-36, 1958.

[12] GIROTTO, L. S. **Investigação da retração plástica e da fissuração da argamassa do concreto auto-adensável**. Dissertação de mestrado em Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira da Universidade Estadual Paulista, 2014 IBRACON. 39 e 40 p.

[13] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15261**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos: determinação da variação dimensional (retração ou expansão linear). Rio de Janeiro: ABNT, 2005

[14] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13276**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos: determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

[15] AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM C1579-21: Standard Test Method for Evaluating Plastic Shrinkage Cracking of Restrained Fiber Reinforced Concrete (Using a Steel Form Insert)**. West Conshohocken, PA: ASTM International, 2021.