ENTAC 2024
XX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Maceió, Brasil, 9 a 11 de outubro de 2024

Efeito do método de armazenamento da argamassa estabilizada em suas propriedades físicas no estado fresco

Effects of the Storage Method of Stabilized Mortar on Its Fresh State Physical Properties

Kaylane de Jesus Santos
Universidade Federal da Bahia| Salvador | Brasil | Kaylanesantos@ufba.br
Pedro Jonas Silva Santos
Universidade Federal da Bahia| Salvador | Brasil | Pedrojonas@ufba.br
Tácyla Maria dos Santos Damasceno
Universidade Federal da Bahia| Salvador | Brasil | Tdamasceno@ufba.br
Vanessa Silveira Silva
Universidade Federal da Bahia| Salvador | Brasil | vanessass@ufba.br

Resumo
O uso da argamassa estabilizada tem se destacado no mercado brasileiro, devido a vantagens como maior produtividade, controle de qualidade e racionalização de insumos. Os aditivos inibidores de hidratação permitem que a referida argamassa se mantenha trabalhável por até 72 horas. A maioria dos estudos desenvolvidos sobre a argamassa estabilizada se baseia em ensaios realizados nas amostras armazenadas em ambientes controlados, como os laboratórios. Assim, este trabalho avalia os efeitos do ambiente e método de armazenamento, em laboratório, nas propriedades no estado fresco da argamassa estabilizada, por meio de ensaios de índice de consistência, densidade de massa, teor de ar incorporado, retenção de água e parâmetros reológicos pelo método squeeze-flow. Observou-se que as variações nas propriedades da argamassa entre os métodos de armazenamento adotados não foram significativas. A análise dos efeitos do ambiente e do tipo de armazenamento nas propriedades da argamassa estabilizada visa validar estudos anteriores, ampliar o conhecimento nesta área específica e padronizar métodos de armazenamento em pesquisas laboratoriais.
Palavras-chave: Estabilização. Armazenamento. Propriedades. Laboratório.

Abstract
The use of stabilized mortar has gained prominence in the Brazilian market due to its advantages, such as increased productivity, quality control, and resource rationalization. Hydration inhibitors allow the mortar to remain workable for up to 72 hours. Most studies on stabilized mortar are based on tests conducted on samples stored in controlled environments, such as laboratories. This study evaluates the effects of the environment and storage method, in the laboratory, on the fresh properties of stabilized mortar through consistency index tests, mass density, air content, water retention, and rheological parameters using the squeeze-flow method. It was observed that variations in mortar properties between the storage methods used were not significant. Analyzing the effects of the environment and storage type on stabilized mortar properties aims to validate previous studies, expand knowledge in this specific area, and standardize storage methods in laboratory research.
Keywords: Stabilization. Storage. Properties. Laboratory

Como citar:
SANTOS, K. de J.; SANTOS, P. J. S.; DAMASCENO, T. M. dos S.; SILVA, V. S. Efeito do método de armazenamento da argamassa estabilizada em suas propriedades físicas no estado fresco. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais**... Maceió: ANTAC, 2024.

INTRODUÇÃO

A argamassa estabilizada é um tipo de argamassa pré-misturada, projetada para manter suas propriedades de trabalhabilidade e consistência por um período prolongado após a mistura, geralmente até 72 horas. Esse prolongamento é alcançado através de aditivos químicos que retardam a hidratação do cimento, permitindo que a argamassa seja utilizada por um tempo maior sem perda significativa de suas propriedades físicas. Tal característica visa a otimização do tempo no canteiro de obras e um maior controle tecnológico, uma vez que a argamassa é dosada em central (Pinheiro *et al.*, 2019) [1]. As argamassas estabilizadas também apresentam melhor desempenho ambiental, com redução do consumo de cimento. Por se tratar de um processo industrializado, com matérias primas controladas e realização de ensaios, as argamassas estabilizadas conferem traços mais otimizados (Sonvezzo et al.,2024) [2].

Devido a esses benefícios, a argamassa estabilizada vem se estabelecendo na construção civil e ganhando espaço no mercado, da mesma forma, o tema é objeto de estudos em Centros de Pesquisa no Brasil. Entre as pesquisas realizadas, destaca- se a influência de diversos fatores nas propriedades da argamassa estabilizada, tais como: a atuação dos aditivos, o tempo e os tipos de armazenamento, a variabilidade de lotes de argamassa entregues em obra, entre outros. Esses aspectos são fundamentais para assegurar a qualidade e a eficiência da argamassa estabilizada na construção civil (Antoniazzi *et al.*, 2020) [3].

Entretanto, a forma de armazenamento da argamassa estabilizada tem sido um ponto de divergência entre pesquisadores, considerando apenas os estudos em laboratório. Thomé *et al., (2019)* [4] utilizaram como método de armazenamento da argamassa, uma caixa de polipropileno com uma película de 20 mm de água. Da mesma forma, Casali *et al., (2023)* [5] seguiram esse método, em caixa polimérica com 10 mm de película de água. Em contrapartida, Foganoli *et al*., (2023) [6] armazenaram a argamassa estabilizada em recipientes fechados hermeticamente. Polli *et a.,* (2023) [7] também não utilizaram a película de água para armazenamento em laboratório, mas justificaram que por se tratar de uma quantidade de argamassa pequena, a água da película poderia ser incorporada na argamassa, afetando o traço. Em contraste, Neto; Melo (2019) [8] utilizaram em seus estudos o armazenamento em caixa d'água, sem especificar se houve a utilização de película de água ou não. De tal modo, Pinheiro *et al.* (2019) [1] não citam como foi realizado o armazenamento da argamassa utilizada em seus estudos.

Com base na literatura, não há um padrão de armazenamento da argamassa estabilizada em laboratório, antes da execução dos ensaios. Assim, é necessário entender como o ambiente e o tipo de armazenamento influência nas propriedades da argamassa. No presente estudo, com foco no estado fresco, investiga-se como as condições de armazenamento afetam a consistência, o teor de ar incorporado e a retenção de água, além das propriedades reológicas da argamassa estabilizada, ao longo do tempo.

METODOLOGIA

MATERIAIS

Argamassa: foi utilizada argamassa estabilizada de 36h, fornecida por Central Dosadora, composta de cimento CPII F 40, areia natural, aditivos e água, com adição de fibras de polipropileno, conforme informações do fabricante.

Homogeneização da argamassa: assim que a argamassa foi entregue no laboratório pela equipe da central dosadora, a mesma foi homogeneizada manualmente com o auxílio de uma pá. Em seguida, foi retirado um volume para a realização dos ensaios na amostra de tempo 0, e o volume restante armazenado conforme descrito no item

Divisão e armazenamento dos lotes. Importante destacar que as amostras foram também homogeneizadas manualmente, com espátula, antes da realização dos ensaios, independentemente do tipo de armazenamento.

DIVISÃO E ARMAZENAMENTO DOS LOTES

O presente estudo busca avaliar os efeitos que o ambiente e os métodos de armazenamento causam nas propriedades no estado fresco de argamassas estabilizadas. Sendo assim, a argamassa foi dividida em 2 lotes, conforme segue:

Lote 1: Submetido a condições de laboratório, armazenado em sacos plásticos transparentes e vedados, em um ambiente controlado com temperatura de (23±1) °C e umidade relativa em torno de 60%

Lote 2: Submetido a condições ambientais similares às de campo, estocado em um balde de polipropileno coberto por uma película d'água de 10 mm de espessura e abrigado de intempéries.

Para o Lote 1, adotou-se o método de armazenamento empregado no Centro Tecnológico de Argamassa (CETA) e, para o Lote 2, seguiram-se as recomendações do fabricante para armazenamento em obra.

O método de armazenamento desenvolvido pelo CETA surgiu da necessidade de mitigar a segregação que era constatada na argamassa estabilizada após o transporte do material em baldes, da central dosadora até o laboratório. Estudos qualitativos realizados no CETA mostraram que o transporte da argamassa em baldes causava uma maior segregação do material do que em comparação com o transporte do material feito em sacos hermeticamente fechados. Então, o método CETA consiste no transporte e armazenamento em sacos plásticos vedados sem película de água, uma vez que verificou-se uma maior preservação das características da argamassa. A segregação causada pelo transporte em baldes exigia um processo de homogeneização mecânica, o que poderia comprometer as análises e resultados.

Cada lote foi subdividido em três amostras para análise em diferentes intervalos de tempo: 12h, 24h e 36h. O Quadro1 mostra a identificação das amostras em cada lote e os respectivos tempos de análise.

Quadro 1: Identificação das Amostras

Amostra	Identificação
0H	Amostra da hora 0
12H_O	Amostra de 12 horas, em condições similares às de Obra (com película de água)
12H_L	Amostra de 12 horas, em condições de Laboratório
24H_O	Amostra de 24 horas, em condições similares às de Obra (com película de água)
24H_L	Amostra de 24 horas, em condições de Laboratório
36H_O	Amostra de 36 horas, em condições similares às de Obra (com película de água)
36H_L	Amostra de 36 horas, em condições de Laboratório

Fonte: autores.

MÉTODOS

Após o tempo especificado de armazenamento, os ensaios foram realizados em uma amostra para cada teste no estado fresco, sendo eles: estudo da conservação com análises do Índice de Consistência (ABNT NBR 13276:2016)[9], Densidade de Massa e Teor de Ar Incorporado (ABNT NBR 13278:2005)[10], Retenção de água (ABNT NBR 13277:2005)[11] e Parâmetros Reológicos pelo método squeeze-flow (ABNT NBR 15839:2010)[12]. Os resultados foram analisados para identificar diferenças entre as condições de armazenamento e os intervalos de tempo e interpretados para determinar o impacto dessas variáveis na qualidade da argamassa estabilizada.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

ÍNDICE DE CONSISTÊNCIA

Foi possível observar que não houve variação significativa entre as amostras analisadas durante todo o período, conforme ilustrado na Tabela 1.

Tabela 1: Índice de Consistência (mm) - ABNT NBR 13276:2016

Amostra	Índice de Consistência (mm)	Amostra	Índice de Consistência (mm)
0H	270		
12H_L	260	12H_O	270
24H_L	270	24H_O	270
36H_L	250	36H_O	260

"L" método de armazenamento em laboratório, sem película de água.

"O" método de simulação de armazenamento em obra, com película de água.

Fonte: os autores.

DENSIDADE DE MASSA E TEOR DE AR INCORPORADO

Os dados referentes à densidade de massa das amostras, com o percentual de aumento em relação à amostra OH (tempo O), estão resumidos na Tabela 2. Observa-se uma tendência de aumento na densidade de massa ao longo das análises, apesar da variação não ser considerada significativa. As argamassas atenderam a faixa de classificação esperada, sendo categorizadas como argamassa de densidade normal, adequadas para aplicações convencionais.

Tabela 2: Tabela 2: Densidade de massa (kg/m³)- ABNT NBR 13278:2005

Amostra	Densidade de massa (kg/m³)	Percentual de aumento com relação à amostra OH	Amostra	Densidade de massa (kg/m³)	Percentual de aumento com relação à amostra OH
0H	1.780				
12H_L	1.780	0%	12H_O	1.780	O%
24H_L	1.790	0,56%	24H_O	1.790	0,56%
36H_L	1.810	1,66%	36H_O	1.790	0,56%

"L" método de armazenamento em laboratório, sem película de água.
"O" método de simulação de armazenamento em obra, com película
Fonte: autores.

Quanto ao teor de ar incorporado, é possível perceber também uma baixa variação entre as amostras de mesmo tempo de armazenamento, conforme dados apresentados na tabela 3.

Além disso, observa-se um decréscimo médio do ar incorporado com o passar do tempo e, consequentemente, um aumento da densidade da argamassa no estado fresco, o que condiz com os resultados encontrados na literatura, como por exemplo, no trabalho desenvolvido por Pinheiro *et al.* (2019) [1].

Tabela 3: Teor de Ar Incorporado - ABNT NBR 13278:2005

Amostra	Teor de Ar Incorporado (%)	Amostra	Teor de Ar Incorporado (%)
0H	18,12		
12H_L	18,45	12H_O	18,16
24H_L	17,64	24H_O	17,68
36H_L	16,86	36H_O	17,60

"L" método de armazenamento em laboratório, sem película de água.
"O" método de simulação de armazenamento em obra, com película de água.
Fonte: os autores.

ÍNDICE DE RETENÇÃO DE ÁGUA

Já no que tange à retenção de água foi possível observar um aumento gradativo com o passar do tempo em relação a amostra inicial, similar ao comportamento encontrado em outros estudos da literatura, como exemplo, o estudo de Duarte *et al.* (2019) [13]. Este comportamento pode estar relacionado à ação dos aditivos utilizados nas argamassas estabilizadas, que acabam interferindo também na retenção da água da argamassa. Constata-se também que não houve influência do método de armazenamento sob essa propriedade, haja vista que não houve variação entre as amostras de mesmo tempo de armazenamento, como é possível visualizar na tabela 4.

Tabela 4: Índice de retenção de água - ABNT NBR 13277:2005

Amostra	Índice de retenção de água (%)	Percentual de aumento com relação à amostra OH	Amostra	Índice de retenção de água (%)	Percentual de aumento com relação à amostra OH
0H	64				
12H_L	68	6,25%	12H_O	69	7,81%
24H_L	73	14,06%	24H_O	73	14,06%
36H_L	74	15,63%	36H_O	74	15,63%

"L" método de armazenamento em laboratório, sem película de água.

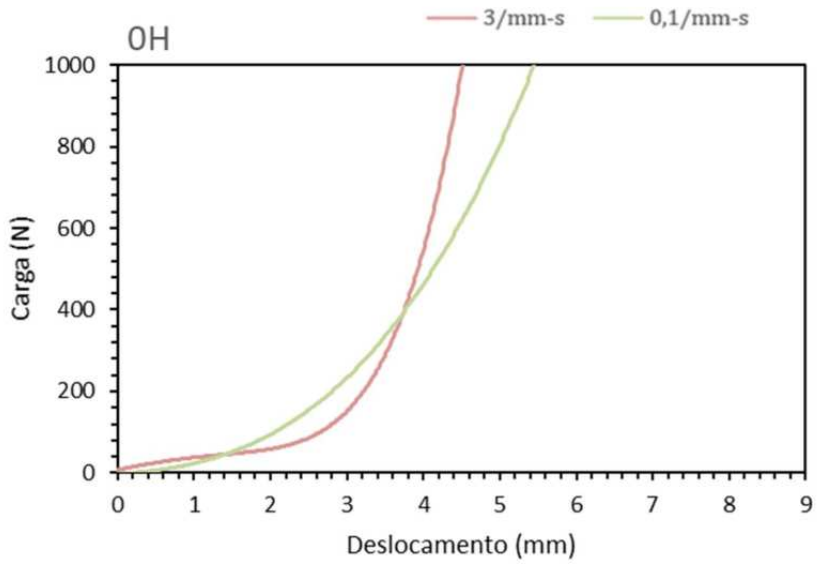
"O" método de simulação de armazenamento em obra, com película de água.

Fonte: os autores.

PARÂMETROS REOLÓGICOS (SQUEEZE FLOW) – ABNT NBR 15839:2010

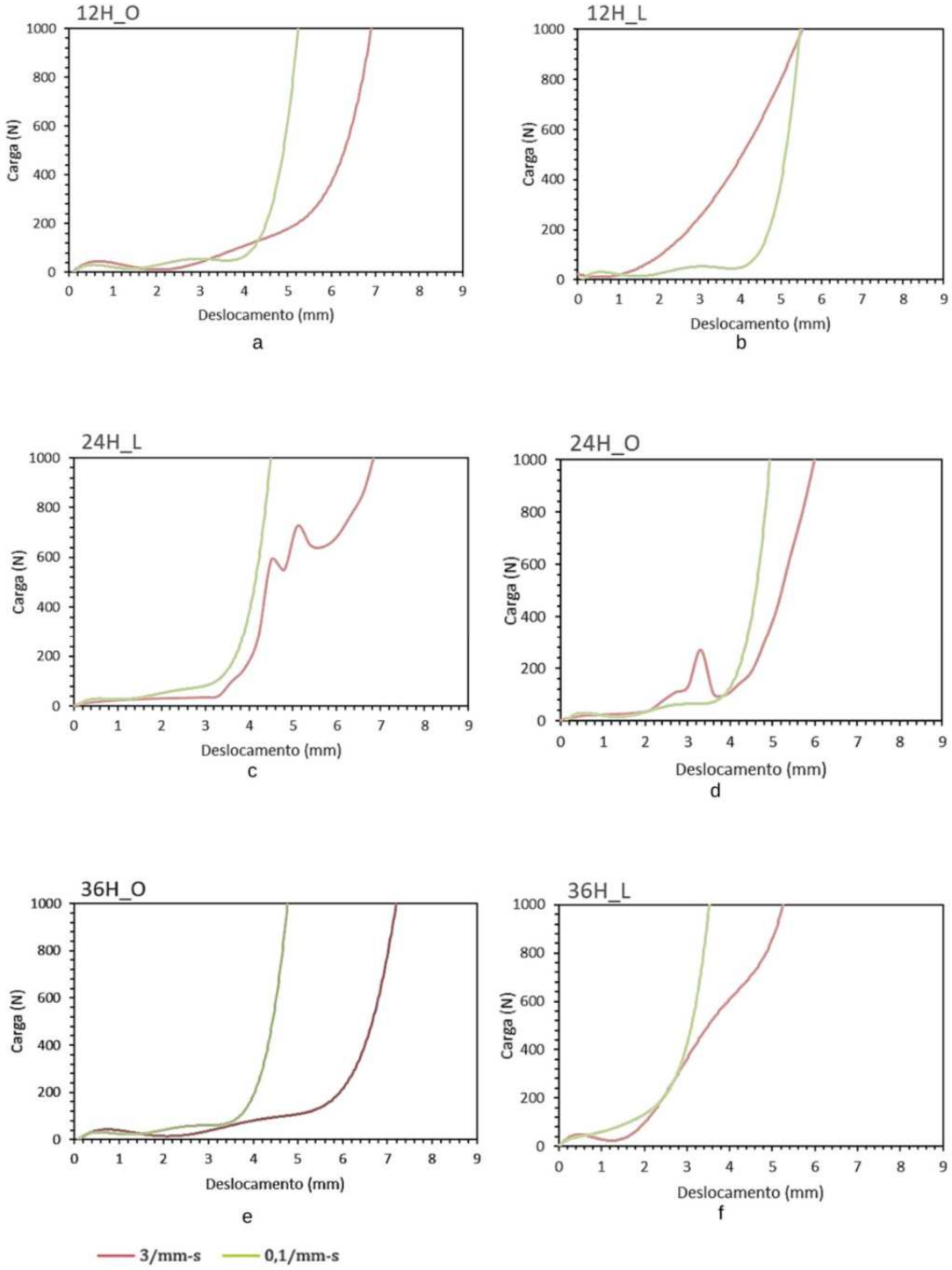
Na figura 01 e 02 são apresentados os resultados do ensaio do Squeeze Flow, onde observa-se que as argamassas não apresentaram uma perda de plasticidade expressiva com o passar do tempo ou sob diferentes condições de armazenamento. Verifica-se que devido aos grãos maiores, o estágio de embricamento das partículas tende a ocorrer antes de se atingir grandes deformações. Além disso, a presença das fibras também favorece baixas deformações, visto que elas atuam como forma de contenção para a passagem do fluído entre os grãos. Vale ressaltar que a influência de grãos maiores presentes na argamassa provoca oscilações significativas, muitas causadas pelas ruptura de grãos (evidente nos gráficos das amostras 24H_L e 24H_O), bem como ao cisalhamento interno do material. Essas oscilações são visíveis nas linhas dos gráficos originais, o que tornou necessário adotar o método de ajuste da linha de tendência proposto por Cardoso *et al. (2009)* [14] na maioria das curvas apresentadas nas figuras 01 e 02.

Figura 1: Resultados do ensaio do squeeze-flow para amostra no tempo O hora.



Fonte: os autores.

Figura 2: Resultados do ensaio do squeeze-flow.



a) Amostra com 12 horas em condições de obra (com película de água); b) Amostra com 12 horas em condições de laboratório; c) Amostra com 24 horas em condições de obra (com película de água); d) Amostra com 24 horas em condições de laboratório; e) Amostra com 36 horas em condições de obra (com película de água); e f) Amostra com 36 horas em condições de laboratório.
Fonte: os autores

CONCLUSÃO

O estudo sobre a influência do método de armazenamento da argamassa estabilizada em laboratório revelou resultados satisfatórios. A argamassa, de uma forma geral, manteve suas propriedades no estado fresco ao longo dos tempos de armazenamento de 12horas, 24 horas e 36 horas. Observou-se também que não houve variações significativas nas propriedades da argamassa no estado fresco entre os dois métodos de armazenamento adotados. Isso indica que o método proposto, que envolve o uso de sacos plásticos sem película de água, preserva adequadamente as propriedades no estado fresco da argamassa, para avaliações em laboratório.

Este trabalho contribui para uniformização de métodos de armazenamento nos estudos laboratoriais, visto que não há um padrão de armazenamento da argamassa estabilizada em laboratório, antes da execução dos ensaios. Os resultados obtidos também contribuem para a continuidade das pesquisas na área, fornecendo uma base sólida para futuros estudos e aprimoramentos no armazenamento em laboratório da argamassa estabilizada. Destaca-se a importância de métodos consistentes de armazenamento para garantir a qualidade e desempenho da argamassa em aplicações práticas, além da necessidade de análises laboratoriais que utilizem métodos adequados de armazenamento, para obtenção de resultados confiáveis.

Como uma extensão e aprimoramento desta linha de pesquisa, recomenda-se a análise da argamassa estabilizada após um período de 72 horas, comparando os resultados com as análises realizadas após 24 horas. Além disso, sugere-se ampliar a investigação, também, para o estado endurecido da argamassa, oferecendo uma compreensão mais abrangente de como as condições de armazenamento afetam suas propriedades ao longo do tempo. Esses passos adicionais podem fornecer dados valiosos para otimizar práticas de armazenamento e aplicação de argamassa em diversos contextos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a SUPERMIX pelo fornecimento da argamassa e ao CENTRO TECNOLÓGICO DA ARGAMASSA (CETA) pelo apoio na execução dos ensaios.

REFERÊNCIAS

[1] PINHEIRO, R. C.; AMORIM, E. C. A.; SILVA, C. S.; SILVA, A. J. C. e. Avaliação das propriedades da argamassa estabilizada de 36 horas em diferentes tempos de utilização. In: SIMPÓSIO **BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS**, 13., 2019. Anais [...]. [S. l.], 2019. p. 440-447.

[2] SONVEZZO, C. S. Desempenho ambiental das argamassas estabilizadas de assentamento de blocos de alvenaria. 2024. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) - **Escola Politécnica, Universidade de São Paulo**, São Paulo, 2024.

[3] ANTONIAZZI, J. P.; MOHAMAD, G.; CASALI, J. M.; SCHMIDT, R. P. B.; TRINDADE B. Ação dos aditivos estabilizador de hidratação e incorporador de ar em pastas de cimento Portland. ***Ambiente Construído***, 20(3), 249-262. Epub 03 Jul 2020. ISSN 1678-8621.

[4] THOMÉ, M. W.; SANTOS, M. S. C.; ABREU, E. D. R.; NASCIMENTO, C. F. G.; SILVA, A. J. C. E. Estudo da influência da lâmina-d'água utilizada no armazenamento da argamassa

estabilizada. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS**, 13., 2019. Anais [...]. [S. l.], 2019. p. 331-338.

[5] CASALI, J. M.; GUESSER, D. L.; SOUZA, R. A.; OLIVEIRA, A. L.; CALÇADA, L. M. Caracterização de quatro argamassas estabilizadas no estado fresco para revestimento argamassado. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS**, 14., 2023. Anais [...]. [S. l.], 2023.

[6] FOGAGNOLI, G. C.; SILVA, Y. A. B. D.; BETIOLI, A. M.; CALÇADA, L. M.; CASALI, J. M. Avaliação das propriedades reológicas de pastas estabilizadas ao longo do tempo de armazenamento para argamassa estabilizada. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS**, 14., 2023. Anais [...]. [S. l.], 2023.

[7] POLLI, F. H.; FIORAVANTE, E. V.; SILVA, S. H. L.; COSTA, M. R. M. M.; PEREIRA, E. Influência da ação combinada de aditivos, incorporador de ar e estabilizador de hidratação, nas propriedades da argamassa estabilizada por até 48 horas**. Matéria** (Rio de Janeiro), 28(1), e13236, 2023.

[8] NETO, J. A. B.; MELO, J. M. R. Estudo comparativo entre argamassa estabilizada e argamassa convencional para revestimento**. Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 5, n. 6, p. 4948-4967, jun. 2019. Disponível em: ISSN 2525-8761. Recebido em: 25 mar. 2019; Aceito em: 08 abr. 2019.

[9] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. NBR 13276**: Argamassa para amassamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro, 2016.

[10] **. NBR 13278**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa e teor de ar incorporado. Rio de Janeiro, 2005.

[11] . **NBR 13277**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da retenção de água. Rio de Janeiro, 2005.

[12] **. NBR 15839**: Argamassa de assentamento e revestimento de paredes e tetos: Caracterização reológica pelo método squeeze-flow. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

[13] DUARTE, G. L. B.; KARKOTLI, L. B.; AMORIM, M. E.; CALÇADA, L. M.; CASALI, J. M. Estudo da trabalhabilidade da argamassa estabilizada ao longo do tempo de armazenamento para assentamento de bloco de concreto. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS**, 13., 2019. Anais [...]. [S. l.], 2019. p. 268-275.

[14] CARDOSO, F. A.; AGOPYAN, A. K.; CARBONE, C.; PILEGGI, R. G.; JOHN, V. M. Squeeze flow as a tool for developing optimized gypsum plasters. **Construction and Building Materials**, v. 23, n. 3, p. 1349-1353, 2009.