INFLUÊNCIA DA CURA ÚMIDA EM REVESTIMENTOS EXECUTADOS EM ARGAMASSA ESTABILIZADA

Tema: Tecnologia dos materiais
Grupo[i]: 2

FERNANDA DOMINGUES DE MELO[1], LARISSA ALÓ PINTO BRITO[2], ALEXANDRE LIMA DE OLIVEIRA[3], JULIANA MACHADO CASALI[4], LUCIANA MALTEZ CALÇADA[5]
[1]Engenheira Civil, Instituto Federal de Santa Catarina/IFSC, fernandadominguesdm@gmail.com
[2]Estudante do Instituto Federal de Santa Catarina/IFSC, lapbritto96@gmail.com
[3]Professor do Instituto Federal de Santa Catarina/IFSC, alexandre@ifsc.edu.br
[4]Professora do Instituto Federal de Santa Catarina/IFSC, juliana.casali@ifsc.edu.br
[5]Professora do Instituto Federal de Santa Catarina/IFSC, lucianamaltez@ifsc.edu.br

RESUMO
A argamassa estabilizada perde água por evaporação e por sucção do substrato por um tempo maior do que a argamassa convencional, exercendo provável influência nas propriedades do estado endurecido. O estudo pretende avaliar a influência do processo de cura nas propriedades dos revestimentos executados com argamassa estabilizada. Avaliou-se a influência do processo de cura em corpos-de-prova submetidos a períodos de cura úmida distintos e com diferentes teores de aditivo estabilizador. Com base nesses resultados, fez-se a produção e avaliação de revestimentos em blocos de concreto. Concluiu-se que a cura úmida atua beneficamente, demonstrando a relevância desse procedimento.

Palavras-chave: argamassa estabilizada, cura, revestimento argamassado.

INFLUENCE OF HUMID CURE IN RENDERING PERFORMED WITH READY MIX MORTAR

ABSTRACT
The ready mix mortar loses water by evaporation and suctioning of the substrate for a longer time than conventional mortar, may influence the properties in hardened state. This work intends to evaluate the influence of the curing process on the properties of rendering executed with ready mix mortar. The influence of the curing process on different specimens of ready mix mortar with different stabilizer admixture contents was evaluated. Based on the results, concrete blocks rendering were produced and evaluated. The obtained results showed that the wet curing acts beneficially, demonstrating the importance of this procedure.

Key-words: ready mix mortar, cure, rendering mortar.

1. INTRODUÇÃO

A argamassa estabilizada é um tipo de argamassa que tem seu proporcionamento realizado em usinas dosadoras, já chega à obra pronta para a aplicação e é capaz de manter sua trabalhabilidade por até 72 horas, de acordo com sua composição (MARCONDES, 2009)[1]. Os componentes das argamassas estabilizadas são: aditivos estabilizador de hidratação e incorporador de ar, cimento Portland, agregado miúdo e água (RECENA, 2015)[2].

O aditivo estabilizador de hidratação atua no controle de hidratação do C_3S, retardando o início das reações (BENINI, 2005)[3]. E segundo o fabricante de aditivo Grace (2014)[4], quando utilizado nas proporções corretas, o aditivo promove a melhora de propriedades no estado fresco e endurecido.

As condições de umidade e temperatura, durante a hidratação dos materiais compostos por aglomerantes hidráulicos, são fundamentais para o desenvolvimento de propriedades no estado endurecido. A ação do sol e do vento podem prejudicar a hidratação plena dos aglomerantes e provocar a retração (BAUER, 2015)[5].

Diante do exposto, o presente artigo busca verificar se as propriedades da argamassa estabilizada no estado endurecido são influenciadas pela utilização de cura úmida, qual melhor período para sua realização, e também qual o comportamento em revestimentos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento do trabalho deu-se em duas etapas, após a caracterização do material utilizado. A primeira etapa consistiu no estudo em corpos-de-prova e então, com base nos resultados dessa, seguiu-se o estudo em revestimento.

2.1. Materiais utilizados

O cimento Portland utilizado foi CP II-F-32, pois é o cimento com menor quantidade de adições disponível no mercado dentro os cimentos compostos, de acordo com a ABNT NBR 11578:1991[6]. A massa específica aparente do cimento era 3,08 g/cm³ com resíduo insolúvel de 0,98%, de acordo com ensaios realizados.

O agregado miúdo utilizado foi uma areia natural silicosa da região de Araquari, Santa Catarina, fornecida por um fabricante de argamassa estabilizada da grande Florianópolis. A areia possuía massa específica aparente de 2,65 g/cm³ e módulo de finura 2,66.

O aditivo estabilizador de hidratação utilizado tem massa específica de 1,17 g/cm³ e a dosagem recomendável pelo fabricante é de 0,2 a 1,5% da massa de cimento. Já o aditivo incorporador de ar tem massa específica de 1,00 g/cm³ e a dosagem recomendável pelo fabricante é de 0,1 a 0,5% da massa de cimento.

2.2. Estudo em corpos-de-prova

Primeiramente foi realizada uma avaliação inicial em corpos-de-prova de argamassa estabilizada. Para esta etapa foram produzidas três argamassas distintas com três teores de aditivo estabilizador de hidratação e mesmo traço em massa, 1:6. O teor de aditivo incorporador de ar foi fixado em 0,35% da massa de cimento, e a relação água/materiais secos nas argamassas que foram produzidas de 13,5%, baseada em estudos preliminares realizados.

A mistura dos materiais foi feita numa argamassadeira planetária de 5 litros, conforme a descrição da NBR 7215:1996[7]. Considerando o volume ideal de mistura para a argamassadeira utilizada, em virtude da necessidade de moldagem de quatro conjuntos de corpos-de-prova prismáticos, fracionou-se a produção em quatro misturas, posteriormente homogeneizadas por dois minutos um misturador de capacidade de cuba de 40l de eixo vertical dotado de hélice tipo turbilhonador e pá raspadora em aço e motor com potência de 1CV e frequência de 60 hz da marca Betomaq.

A caracterização da argamassa produzida no estado fresco foi feita logo após a produção para a argamassa referência e após 24 horas para as argamassas estabilizadas. Durante essas 24 horas as argamassas foram mantidas em baldes plásticos hermeticamente fechados.

Os ensaios realizados foram: índice de consistência (NBR 13276:2016)[8] e densidade de massa e teor de ar incorporado (NBR 13278:2005)[8]. Na Tabela 1 encontra-se a caracterização das argamassas.

Tabela 1 – Características das argamassas no estado fresco

Teor de AEH	Tempo de avaliação	Índice de consistência	Densidade de massa	Teor de ar
0,0%	0 horas	250 mm	1560 kg/m³	30%
0,4%	24 horas	239 mm	1570 kg/m³	30%
0,8%	24 horas	250 mm	1590 kg/m³	29%

Fonte: dos autores

Após a caracterização, foram moldados quatro conjuntos de corpos-de-prova prismáticos, de acordo com a NBR 13279 (ABNT, 2005)[9] e desmoldados após sete dias. Ressalta-se que todas as argamassas foram desmoldadas apenas após 7 dias, uma vez que, segundo estudo realizado por Fernandes (2011), a desmoldagem de argamassa estabilizadas não pôde ser realizada antes desse período.

O conjunto referência ficou ao ar em ambiente com temperatura controlada (23±1°C) e os demais foram submetidos à cura úmida em ambiente saturado com a umidade relativa do ar em aproximadamente 100%, nos seguintes períodos estipulados pelos autores: do sétimo ao décimo quarto dia; do décimo quarto ao vigésimo primeiro dia; e do sétimo ao vigésimo primeiro dia.

Após 28 dias da moldagem, os corpos-de-prova foram submetidos ao ensaio de resistência à compressão (NBR 13279:2005)[9].

2.3. Estudo em revestimento

Com base na análise dos resultados da etapa anterior foi selecionado um teor de aditivo estabilizador de hidratação, 0,8%, e um período de cura, durante sete dias, para análise do comportamento da argamassa em revestimentos.

A produção das argamassas nessa etapa foi a mesma da etapa de estudo em corpos-de-prova.

Novamente foram avaliadas as propriedades no estado fresco com intuito de caracterizar a argamassa como: índice de consistência (NBR 13276:2016) e densidade de massa e teor de ar incorporado (NBR 13278:2005). Na Tabela 2 encontram-se os resultados.

Tabela 2 – Características das argamassas no estado fresco

Teor de AEH	Índice de consistência	Densidade de massa	Teor de ar
0,8%	252 mm	1570 kg/m³	30%

Fonte: dos autores

Em seguida à caracterização, moldou-se três conjuntos de corpos-de-prova (NBR 13279:2005)[9] que seriam submetidos aos mesmos processos de cura dos revestimentos.

Os revestimentos foram executados, logo após a mistura, sobre blocos de concreto, com espessura de 2 cm. Para cada processo de cura foram utilizados dois prismas de 2 blocos de concreto. O revestimento foi executado sem chapisco, diretamente sobre o bloco.

Os prismas, bem como os corpos-de-prova, foram submetidos a três processos de cura: cura úmida por aspersão de água, cura úmida em ambiente saturado e cura ao ar em ambiente com temperatura controlada (23±1°C).

A cura úmida por aspersão de água foi feita com um borrifador de água a uma distância padronizada dos blocos e corpos-de-prova, assim como a quantidade de água borrifada. A aspersão foi realizada uma vez por dia, durante sete dias não consecutivos, devido ao fim de semana.

Já a cura em ambiente saturado foi realizada da mesma forma que na primeira etapa, em simulação de ambiente com umidade relativa de aproximadamente 100%.

Nos corpos-de-prova foram determinadas a resistência à compressão (NBR 13279:2005)[9], e também o ensaio de velocidade de pulso ultrassônico (NBR 15630:2008)[10].

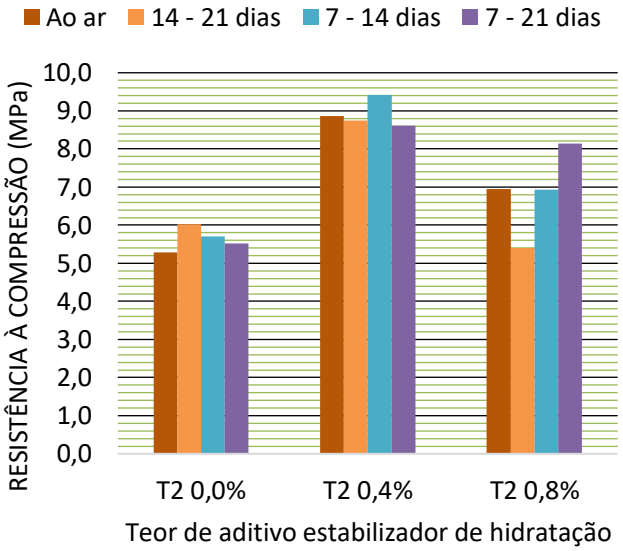
Nos prismas revestidos foram realizados o ensaio de resistência de aderência à tração (NBR 13528:2010)[11].

3. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

3.1. Estudo em corpos-de-prova

Os resultados obtidos de resistência à compressão médios estão representados na Figura 1.

Figura 1 - Resistência à compressão dos corpos-de-prova em relação ao tempo de cura



Fonte: dos autores

A análise dos dados de resistência à compressão foi realizada através da comparação múltipla de médias com confiabilidade 95%, através da análise estatística de variância. Na argamassa sem aditivo estabilizador de hidratação, diferenças significativas entre os resultados não foram observadas entre a cura úmida durante 14 dias e a cura ao ar, e da cura úmida durante 14 dias e de 7 a 14 dias. Com o menor teor de aditivo estabilizador de hidratação (0,4%) diferenças significativas apenas foram observadas entre a cura úmida durante 14 dias e de 7 a 14 dias. Para o maior teor, todos os grupos apresentaram diferenças significativas, exceto entre a cura ao ar e a cura úmida de 7 a 14 dias. Ressalta-se que os valores de resistência das argamassas estabilizadas com teor de aditivo estabilizador de 0,4%, são superiores aos demais.

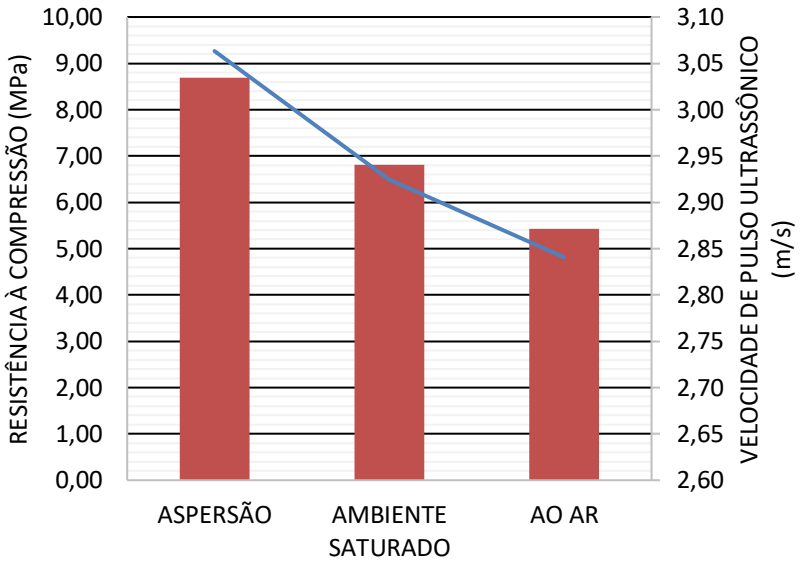
Em função dos resultados obtidos optou-se por realizar a cura úmida no período de 7 a 14 dias após a moldagem e realizá-la de duas formas: em ambiente saturado e por aspersão de água. Como referência realizou-se também a cura ao ar em ambiente com temperatura controlada (23±1°C).

O teor de aditivo estabilizador de hidratação selecionado foi 0,8% da massa de cimento, pois foi o teor que apresentou resultados com diferenças significativas, ou seja, os diferentes momentos de cura úmida influenciaram nos valores de resistência.

3.2. Estudo em revestimentos

Para comparação, nesta etapa, foram ensaiados os corpos-de-prova à compressão e também determinada a velocidade de pulso ultrassônico com a mesma argamassa utilizada no revestimento e submetidos aos mesmos processos de cura.

Figura 2 - Resistência à compressão e velocidade de pulso ultrassônico para os diferentes processos de cura.



Fonte: dos autores

Verifica-se que há uma associação direta em relação aos valores encontrados das duas propriedades (Figura 2). Uma vez que a velocidade do som em sólidos é maior que no ar, é possível afirmar que há uma maior formação de compostos sólidos nos corpos-de-prova que receberam cura úmida por aspersão de água. Os processos de cura úmida utilizados foram eficientes para melhorar a resistência à compressão das argamassas estabilizadas. Entre os processos utilizados destaca-se a aspersão. Uma hipótese, é que essa permitiu a perda de aditivo estabilizador de hidratação por evaporação, diferentemente do ambiente saturado.

Cabe ressaltar a diferença apresentada entre os valores de resistência à compressão da primeira parte do estudo (7 MPa) e desta (5,4 MPa), para a argamassa seca ao ar. A primeira parte do estudo foi realizada durante o verão, o que pode ter influenciado na perda de água dos corpos-de-prova para o ambiente, resultados em um teor de sólidos maior, com consequente ganho de resistência.

Para o ensaio de resistência de aderência a tração foram preparadas oito amostras em cada prisma, totalizando dezesseis determinações para cada tipo de argamassa. Na Tabela 3, tem-se os valores médios de resistência de aderência à tração dos revestimentos executados.

Tabela 3 - Média dos ensaios de aderência a tração

	RESISTÊNCIA MÉDIA (MPa)	DESVIO PADRÃO	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO
ASPERSÃO	0,65	0,30	46,6%
AMBIENTE 100%	0,61	0,42	68,7%
AO AR	0,47	0,25	52,2%

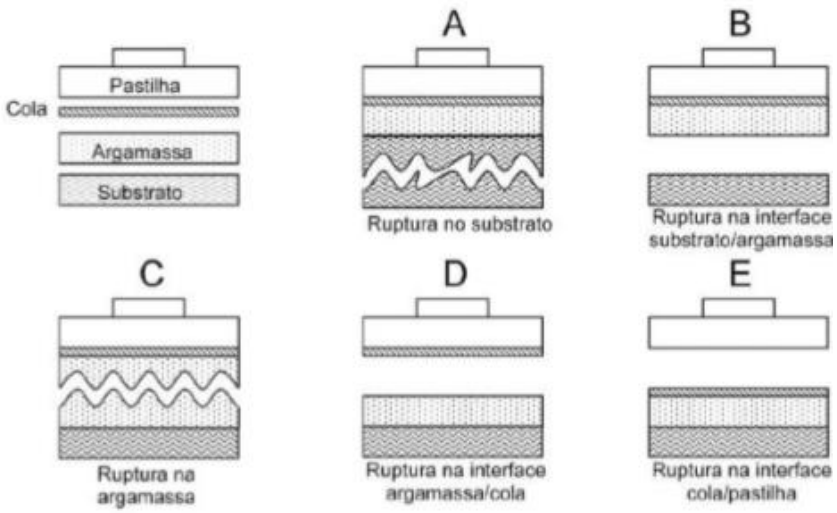
Fonte: dos autores

Todos os valores obtidos são superiores àquele especificado pela NBR 13749:2013 [12], porém a variabilidade obtida no ensaio foi bastante elevada. Essa variabilidade possivelmente é função da própria variabilidade do ensaio e alguns problemas de execução.

Em relação à influência da cura úmida, os revestimentos cujas argamassas estabilizadas foram submetidas à cura úmida apresentam resistência de aderência à tração mais elevada.

Além dos resultados numéricos, no ensaio de resistência de aderência à tração, deve-se levar em conta as formas de ruptura do revestimento. A Figura 3 mostra os tipos de ruptura possíveis no ensaio de aderência à tração para um sistema de revestimento sem chapisco.

Figura 3 - Formas de ruptura no ensaio de aderência à tração para um sistema de revestimento sem chapisco



Fonte: NBR 13528, 2010, p. 9.

Na Tabela 4 observa-se os percentuais de cada tipo de ruptura, observados para cada situação argamassa – tipo de cura, de acordo com a classificação apresentada anteriormente.

Tabela 4 - Tipos de ruptura dos revestimentos

	TIPO DE RUPTURA				
	A	**B**	**C**	**D**	**E**
ASPERSÃO	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%
AMBIENTE 100%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%
AO AR	0,0%	14,3%	85,7%	0,0%	0,0%

Fonte: dos autores

Observa-se que em maior parte as rupturas obtidas foram na argamassa (tipo C), validando os resultados obtidos anteriormente.

4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados expostos conclui-se que a cura úmida exerce influência nas propriedades do estado endurecido das argamassas estabilizadas quando expostas em um ambiente similar a um revestimento.

A variação do teor de aditivo estabilizador de hidratação nas argamassas estabilizadas, pode interferir na necessidade ou não de um processo de cura, de acordo com a primeira etapa do estudo. Com relação ao tempo para o início da cura não foram evidenciadas distinções.

Com os resultados do ensaio de aderência observa-se que a cura é importante e pode representar ganho significativo de resistência de aderência.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. MARCONDES, Carlos Gustavo. **Características e benefícios da argamassa estabilizada**. 2009. Disponível em: Acesso em: 09 set. 2017.

2. RECENA, Fernando Antonio Piazza. **Conhecendo argamassa**. Porto Alegre: Edipucrs, 2015.

3. BENINI, H.R. **Reaproveitamento de concreto fresco dosado em central com uso de aditivo estabilizador de hidratação.** São Paulo: USP, 2005. 47 p. Dissertação (Mestrado em Construção Civil e Urbana), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

4. GRACE (Org.). **EcoTec Mix: Estabilizador de argamassa por tempo prolongado.** 2014. Disponível em: <https://gcpat-tools.com/construction/pt-br/Documents/EcoTec Mix_BR_2014.pdf>. Acesso em: 15 out. 2017

5. BAUER, L. A. Falcão. Materiais de Construção. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015

6. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11578**: Cimento Portland composto. Rio de Janeiro: ABNT, 1991.

7. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7215:** Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro: ABNT, 1996.

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

9. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13279:** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

10. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15630**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - determinação do módulo de elasticidade dinâmico através da propagação de onda ultra-sônica. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

11. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13528**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - determinação da resistência de aderência à tração. Rio de Janeiro: ABNT 2010.

12. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13749:** Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - especificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ISSN 1984-8757