INFLUÊNCIA DA CURA ÚMIDA EM ARGAMASSAS ESTABILIZADAS[1]

MELO, F., Instituto Federal de Santa Catarina, email: fernandadominguesdm@gmail.com; KRETZER, R., Instituto Federal de Santa Catarina, email: rafaelkretzer96@gmail.com; BRITO, L., Instituto Federal de Santa Catarina, email: lapbritto96@gmail.com; CASALI, J., Instituto Federal de Santa Catarina, email: juliana.casali@ifsc.edu.br; OLIVEIRA, A., Instituto Federal de Santa Catarina, email: alexandre@ifsc.edu.br; CALÇADA, L., Instituto Federal de Santa Catarina, email: lucianamaltez@ifsc.edu.br

ABSTRACT

Ready mix mortar is characterized by remain the workability for extended periods. This characteristic is obtained by using air-entrained admixture and hydration stabilizing admixture. The hydration stabilizing admixture regulates C_3S hydration resulting in a delay in start of the reactions. In firsts ages, the mortar is sensitive to climatic factors that may results in water lost by evaporation. In ready mix mortars, the loss of water before the start of the cement hydration reactions may lead to losses flexural tensile strength and compressive strength. In this context, the objective of this study was to evaluate the influence of wet curing in mortar specimens. In fresh state the tests were: consistency index, specific gravity and air entrained content. Specimens were formed and submitted to curing by immersion during three different periods of times. In the hardened state the specimens were analyzed with respect to flexural tensile strength and compressive strength. The results show that wet curing improve the studied properties in the hardened state, however they are not conclusive about the suitable period for the curing process.

***Keywords**: Mortar. Ready mix mortar. Wet curing. Flexural tensile strength. Compressive strength.*

1 INTRODUÇÃO

A argamassa estabilizada é um produto relativamente novo no mercado da construção civil, que vem sendo implementado com objetivo de melhorar a produtividade, uma vez que não há perda de tempo para produção da argamassa, e também de suposta melhoria da qualidade, pois é um produto com maior homogeneidade na produção.

Preparada e entregue por centrais dosadoras, a argamassa estabilizada é capaz de manter sua trabalhabilidade por até 72 horas, dependendo da sua composição. A dosagem desse tipo de argamassa é feita de acordo com sua finalidade e é realizada por laboratórios especializados (MARCONDES, 2009). Os componentes das argamassas estabilizadas são: aditivos estabilizador de hidratação e incorporador de ar, cimento Portland, agregado miúdo e água (RECENA, 2015).

Segundo a fabricante GRACE (2014), o aditivo estabilizador de hidratação atua nas argamassas impedindo o início das reações de hidratação e

[1] MELO, F., KRETZER, R., BRITO, L., CASALI, J., OLIVEIRA, A., CALÇADA, L. Influência da cura úmida em argamassas estabilizadas. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2018.

mantendo-as mais plásticas. Ele atua no controle de hidratação do C_3S, promovendo um retardo do início das reações (BENINI, 2005).

Os materiais compostos por aglomerantes hidráulicos, nas primeiras idades, são bastante sensíveis à ação do Sol e do vento, que podem provocar a evaporação de água da mistura, prejudicando a hidratação plena dos aglomerantes (BAUER, 2015). Devido ao retardo do início das reações de hidratação, a argamassa estabilizada tem uma menor quantidade de água combinada nas primeiras idades, assim uma parte da quantidade de água perdida por evaporação poderia ser fundamental para a hidratação e melhora das propriedades no estado endurecido.

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

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho foi utilizada uma argamassa estabilizada produzida em laboratório, que foi submetida a cura imersa por diferentes períodos. A argamassa utilizada foi dosada de acordo com estudo piloto prévio e tinha traço 1:6 (cimento:agregado miúdo), relação água materiais secos de 13%, teor de aditivo estabilizador de hidratação de 0,8% em relação à massa de cimento e teor de aditivo incorporador de a de: 0,35% da massa de cimento. Para produção da argamassa estabilizada, de acordo com estudo piloto realizado, foram fixados alguns parâmetros:

- Traço 1:6 (cimento:agregado miúdo);
- Relação água materiais secos: 13%;
- Teor de aditivo estabilizador de hidratação: 0,8%;
- Teor de aditivo incorporador de ar: 0,35%.

Após a produção das argamassas e sua caracterização, foram moldados corpos de prova prismáticos 4x4x16cm, que foram submetidos a cura por quatro períodos distintos.

2.1 Materiais utilizados

O cimento Portland CP II-F 32 foi selecionado para o presente estudo, uma vez que é o cimento disponível no mercado com menor quantidade de adições, de acordo com a NBR 11578:1991. As características químicas do cimento foram disponibilizadas pela fabricante e seguem abaixo (Tabela 1).

O agregado miúdo utilizado foi uma areia natural silicosa da região de Araquari, Santa Catarina, fornecido por uma produtora de argamassa estabilizada da região. A Tabela 2 apresenta as características do agregado miúdo.

Tabela 1 — Características do cimento Portland

Propriedades físicas

Item de controle	**CP II-F 32**
Conteúdo retido #200 (malha) (%)	3,20
Conteúdo retido #325 (malha) (%)	15,40
Superfície Específica – Blaine (cm²/g)	3340
Conteúdo de água normal consistente (%)	26,0
Tempo de início de pega (horas)	03:40
Tempo de fim de pega (horas)	04:30
Expansão no calor (mm)	1,00
Resistência à compressão ao 1 dia (MPa)	14,8
Resistência à compressão aos 3 dias (MPa)	29,8
Resistência à compressão aos 7 dias (MPa)	36,0
Resistência à compressão aos 28 dias (MPa)	43,0
Peso específica (g/cm³)*	3,026

Propriedades químicas

Item de controle*	**CP II-F 32**
SiO_2 (%)	19,73
Al_2O_3 (%)	4,25
Fe_2O_3 (%)	2,90
CaO (%)	61,72
MgO (%)	4,16
SO_3 (%)	2,50
Perda ao fogo (%)	5,47
Resíduo Insolúvel (%)	1,15

Fonte: dados fornecidos pela fabricante
* Resultados obtidos pelos autores

Tabela 2 — Características do agregado miúdo

Abertura das malhas (mm)	**Porcentagem Retida Acumulada (%)**
4,8	0,0
2,4	0,1
1,2	2,2
0,6	13,5
0,3	44,7
0,15	87,7
FUNDO	100
Dimensão máxima característica (mm)	1,2
Dimensão mínima característica (mm)	<0,15
Módulo de Finura	1,48
Massa específica (g/cm³)	2,64
Teor de Material pulverulento (%)	0,44

Fonte: dos autores

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 Produção das argamassas

A mistura das argamassas foi feita em uma argamassadeira planetária com capacidade da cuba de 5 litros, dotada de duas velocidades de mistura. Devido à necessidade de moldagem de quatros conjuntos de corpos-de-prova prismáticos, um para cada período de cura, considerando o volume ideal de mistura para a argamassadeira utilizada, foi necessário fracionar a produção em quatro misturas, homogeneizadas posteriormente por dois minutos num misturador de eixo vertical.

Esse misturador de eixo horizontal consiste num turbo misturador equipado com balde plástico de mistura giratória da marca Betomaq. O misturador é dotado de hélice tipo turbilhonador e pá raspadora em aço. Diferentemente dos misturadores convencionais, o balde deste misturador gira ao invés das hélices. O motor é elétrico com potência de 1CV e frequência de 60 hz.

A sequência de mistura na argamassadeira foi a seguinte:

- Colocação de metade do agregado miúdo, depois toda a quantidade de aglomerante, e então a outra metade do agregado miúdo na cuba da argamassadeira. Em seguida acionar a argamassadeira durante 30s, na velocidade 1(lenta);
- Parar a argamassadeira e fazer a adição de 80% da quantidade de água da mistura. Em seguida acionar a argamassadeira durante 30s, na velocidade 1;
- Parar a argamassadeira e adicionar o aditivo incorporador de ar e em seguida misturar por 60s na velocidade 1;
- Parar para raspagem das laterais e da pá da argamassadeira durante 60s;
- Adicionar o estabilizador de hidratação e os 20% de restante da água e acionar a argamassadeira novamente por 120s na velocidade 1.

2.3 Estado fresco

A caracterização da argamassa produzida no estado fresco foi feita logo após a produção. Os ensaios realizados foram: índice de consistência (NBR 13276:2016) e densidade de massa e teor de ar incorporado (NBR 13278:2005). No Quadro 1 apresentam-se as características da argamassa no estado fresco.

Quadro 1 — Características da argamassa no estado fresco

Índice de consistência	Densidade de massa	Teor de ar
246,5 mm	1,53 g/cm³	32,3 %

Fonte: dos autores

2.4 Processo de cura imersa

Após a caracterização da argamassa foram moldados quatros conjuntos de corpos-de-prova, de acordo com a NBR 13279 (ABNT, 2005). Todos foram desmoldados após o período de 7 dias.

Dos quatro conjuntos, um ficou submetido à cura ao ar durante todo o período desde a desmoldagem até 28 dias, e os outros foram submetidos à cura imersa em água saturada de cal à temperatura de 23 ± 1°C, nos seguintes períodos, após a moldagem:

- 7º a 14º dia;
- 7º a 21º dia;
- 14º a 21º dia.

Todos os corpos-de-prova foram retirados da cura imersa com no máximo 21 dias, para passarem por sete dias de secagem ao ar.

2.5 Estado endurecido

Após 28 dias da moldagem, os corpos-de-prova foram submetidos aos seguintes ensaios no estado endurecido: resistência à tração na flexão e à compressão (NBR 13279:2005).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As Figura 1 e Figura 2 apresentam, respectivamente, os valores médios de resistência à tração na flexão e resistência à compressão.

Nota-se que a argamassa que não foi submetida à cura úmida apresenta resistência à tração na flexão e à compressão menores que as demais. As argamassas curadas por sete dias (7-14 e 14-21 dias) apresentaram os maiores valores para as mesmas propriedades.

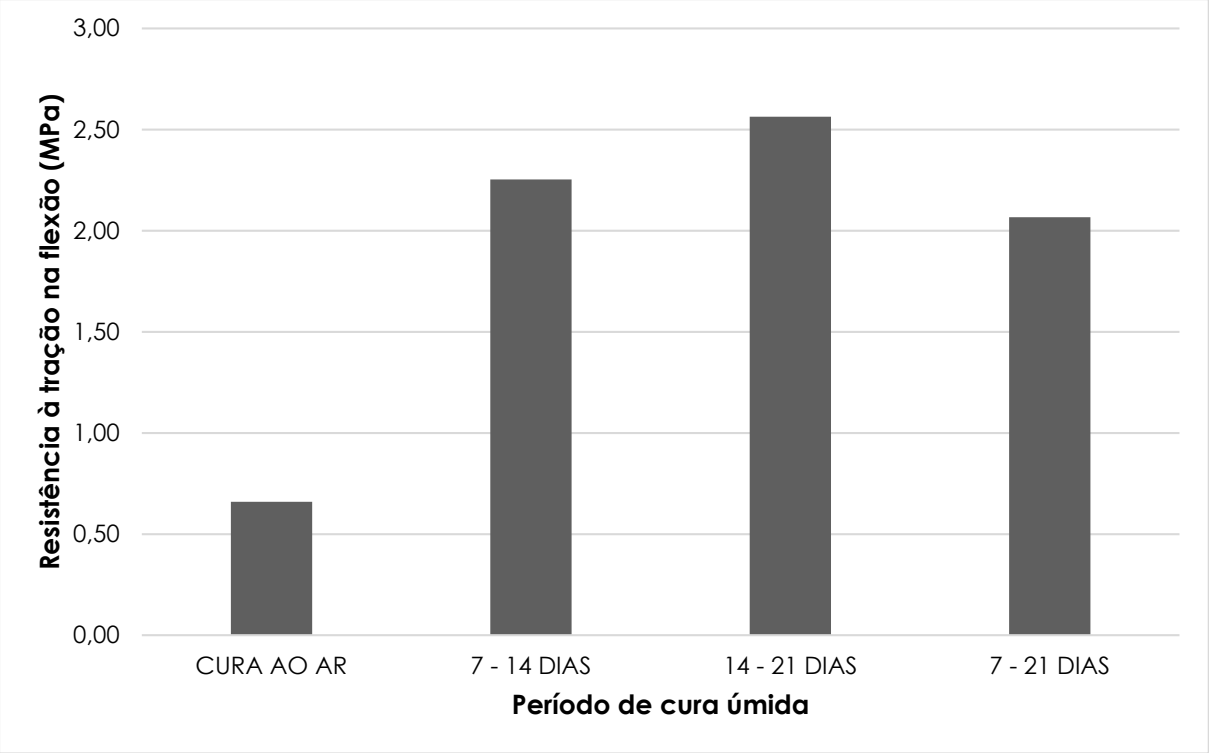
Através de análise estatística de variância realizou-se a comparação múltipla de médias com confiabilidade de 95% e verificou-se que:

- Na resistência à flexão, há diferença significativa entre as argamassas que foram submetidas à cura ao ar e as demais, e também entre aquela que ficou na cura úmida do 14° ao 21° dia e do 7° ao 21° dia. A argamassa submetida à cura úmida dos 7 aos 14 dias, não apresentou diferença significativa das demais também submetidas à cura úmida;

- Na resistência à compressão, há diferença significativa entre as argamassas que foram submetidas à cura ao ar e as demais, além disso aquela submetida à cura do 7° ao 21° dia tem diferença significativa das demais, submetidas à cura úmida por sete dias. Não houve diferença significativa entre os grupos de argamassas submetidas à cura úmida por apenas sete dias (7-14 e 14-21 dias). Esta constatação difere do esperado que era o aumento da resistência com o aumento do tempo de cura, conforme já é sabido para materiais a base de cimento. Levantou-se a hipótese da umidade da argamassa no momento do ensaio estar

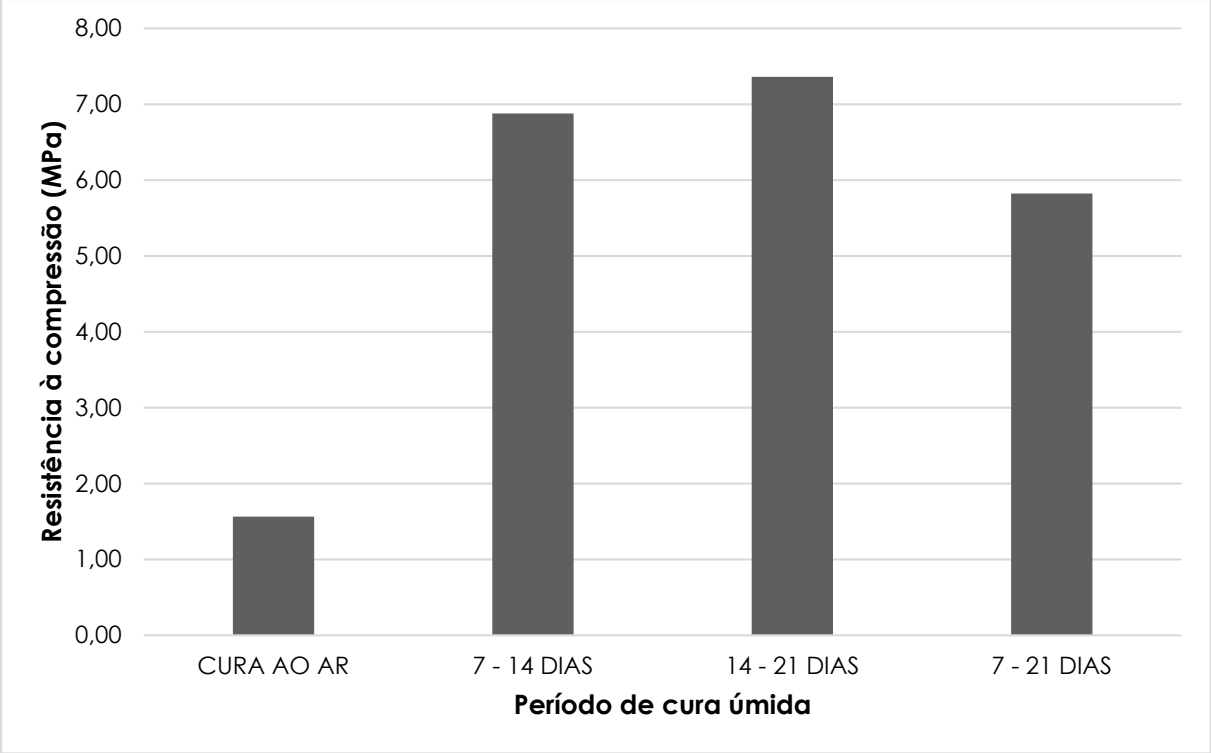
influenciando os resultados, conforme já observado por CEBECI et al.(1989) Apud PEREIRA (2005). Este talvez seja um fator a explicar o comportamento observado, já que as argamassas que saíram da cura úmida aos 21 e, portanto, secaram pelo mesmo período até o ensaio, podem ter absorvido quantidades diferente de água durante a cura imersa (quanto maior o tempo maior a absorção de água), causando a menor resistência da argamassa curada por 14 dias. No caso das argamassas curadas por sete dias (7-14 e 14-21 dias), a que secou por menos tempo até o momento do ensaio apresentou maior resistência, no entanto, o início da cura aos sete dias pode ter sido precoce já que, conforme descrito por Recena (2015) a argamassa estabilizada precisa perder água juntamente com os aditivos para que as reações de hidratação do cimento se processem.

Figura 1 — Resistência à tração na flexão



Fonte: dos autores

Figura 2 — Resistência à compressão



Fonte: dos autores

4 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos na realização deste trabalho pode-se inferir que submeter a argamassa estabilizada a um processo de cura úmida pode melhorar suas propriedades no estado endurecido.

Verificou-se que, para as propriedades estudadas no estado endurecido, o tempo de cura úmida de sete dias apresentou os melhores resultados, independente das datas de início e fim. Para a resistência à compressão estas argamassas apresentam valor superior àquela submetida à cura úmida por 14 dias. No entanto, para a resistência à tração na flexão as argamassas curadas de 7 a 14 e 7 a 21 dias não apresentaram diferenças significativas, indicando a possibilidade de cura úmida por período menor, o que seria melhor do ponto de vista de execução da obra.

Portanto, para um melhor desempenho da argamassa estabilizada, de acordo com este estudo, seria recomendável a realização de cura úmida por sete dias.

Recomenda-se estudos aprofundados avaliando diferentes condições climáticas, tipos de cimentos, teor de aditivo, bem como do desempenho em serviço.

REFERÊNCIAS

ABNT - 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 - Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2016. 2 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13278:** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado. Rio de Janeiro: Abnt - Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2005. 4 p.

ABNT - 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 - Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2005. 9 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13280:** Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - determinação da densidade de massa aparente no estado endurecido. Rio de Janeiro: Abnt - Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2005. 2 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16605:** Ensaio de determinação de massa específica. Rio de Janeiro: Abnt - Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2017. 4 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NM 45:** Determinação da massa unitária e do volume de vazios. Rio de Janeiro: Abnt - Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2006. 8 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NM 46:** Determinação do material fino que passa através da peneira 75 micrometro, por lavagem. Rio de Janeiro: Abnt - Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2003. 6 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NM 52:** Agregado miúdo - Determinação de massa específica e massa específica aparente. Rio de Janeiro: Abnt - Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2009. 6 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NM 248:** Agregados - Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro: Abnt - Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2003. 6 p.

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

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.

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

MARCONDES, Carlos Gustavo. **Características e benefícios da argamassa estabilizada.** 2009. Disponível em: <http://www.cimentoitambe.com.br/caracteristicas-e-beneficios-da-argamassa-estabilizada/>. Acesso em: 09 set. 2017.

PEREIRA, Paulo César; CARASEK, Helena; FRANCINETE JR., Paulo. **Influência da cura no desempenho de revestimentos com argamassas inorgânicas.** VI SBTA. Florianópolis, 2005.

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