ESTUDO COMPORTAMENTAL DA FORMULAÇÃO E DA PERMEABILIDADE DAS ARGAMASSAS ESTABILIZADAS DE REVESTIMENTO

V. COSTA DE OLIVEIRA
Engenheira Civil/Docente EBTT
Instituto Federal de Rondônia
Porto Velho/RO; Brasil
Valeria.oliveira@ifro.edu.br

E. BAUER
Docente do ensino superior
Universidade de Brasília
DF; Brasil
elbauerlem@gmail.com

RESUMO

As argamassas estabilizadas podem ser armazenadas por um período de tempo superior que as argamassas convencionais ou industrializadas. Desta forma, estes produtos apresentam uma proposta de materiais que exigem cuidados específicos quanto ao de tempo para aplicação em revestimentos. O objetivo principal foi estudar o comportamento das argamassas estabilizadas quanto a formulação e as propriedades de permeabilidade em argamassas de revestimento ao longo dos tempos de estabilização. O programa experimental consistiu nas formulações das argamassas estabilizadas, associadas aos parâmetros de misturas e as influências dos aditivos estabilizadores de hidratação (AEH) e do incorporador de ar (IAR) associados. Desta forma, as argamassas foram monitoradas experimentalmente ao longo do tempo de estabilização permitido, que ocorreu conforme o teor de AEH empregado na confecção das argamassas. Foram realizados os ensaios de absorção de água por imersão, absorção de água por capilaridade e coeficiente de capilaridade após 28 dias da produção das argamassas. O teor do AEH influenciou cada série de argamassa estudada em tempos distintos de estabilização e condição de armazenamento. O teor médio do AEH (0,95%) permitiu tempos de estabilização de até 32 horas. O AEH quando associado ao IAR reduziu o teor de água, contribuindo de forma positiva para absorção capilar das argamassas estabilizadas.
Palavras-chave: Argamassas estabilizadas. Tempos de estabilização. Permeabilidade.

ABSTRACT

Stabilized mortars can be stored for a longer period of time than conventional or industrialized mortars. In this way, these products present a proposal of materials that require specific care as to the time for application in renderings. The main objective was to study the behavior of stabilized mortars regarding the formulation and the permeability properties of rendering mortars over the stabilization times. The experimental program consisted of the formulations of stabilized mortars, associated to the mix parameters and the influences of the associated hydration stabilizing additives (AEH) and air incorporator (IAR). In this way, the mortars were monitored experimentally along the allowed stabilization time, which occurred according to the AEH content used in the preparation of the mortars. The water absorption tests were carried out by immersion, water absorption by capillarity and capillary coefficient after 28 days of the production of the mortars. The AEH content influenced each series of mortar studied at different times of stabilization and storage condition. The mean AEH content (0.95%) allowed stabilization times of up to 32 hours. The HAE associated to the IAR reduced the water content, contributing positively to the capillary absorption of stabilized mortars.
Keywords: Stabilized mortars. Stabilization times. Permeability.

1. INTRODUÇÃO

A especificação de uma argamassa depende da função que ela deve desempenhar e do local em que será utilizada. Conforme a ABNT NBR 15575-1, as especificações e detalhes construtivos fornecidos devem permitir no mínimo a manutenção dos níveis de desempenho da construção não ampliada, relativamente ao

comportamento estrutural, segurança ao fogo, estanqueidade à água, desempenho térmico, desempenho, acústico e durabilidade. Quanto a estanqueidade a propriedade definida na ABNT NBR 13281:2005 é representada pelo coeficiente de capilaridade especificado em seis Classes.

A absorção capilar se refere ao transporte oriundo do desequilíbrio de forças devido à sucção capilar, também conhecida como tensão de sucção, em que a água se desloca no interior do substrato poroso. A continuidade desse transporte de água, para o interior do substrato, irá depender se esta tensão de sucção é suficiente para implementar um mecanismo de difusão de água na região já saturada (interface). Assim, se a difusividade for baixa, em virtude da estrutura de poros dos materiais, o transporte passa a ser controlado pela difusão e não mais pela absorção capilar (PAES, 2004).

A ABNT NBR 13281:2005 não normatiza por requisitos de aplicação quanto aos tipos de substratos, revestimentos internos ou externos das construções, zonas bioclimáticas ou orientações de fachadas, de maneira que não orienta especificidades para os projetos de edificações, de forma que trata os requisitos exigíveis para a argamassa utilizada em assentamento e revestimento de paredes e tetos e se aplica igualmente à argamassa industrializada, dosada em central e preparada em obra.

Neste sentido quando se trata de estanqueidade e desempenho das edificações habitacionais a ABNT NBR 15575-1 define que a exposição à água de chuva, à umidade proveniente do solo e aquela proveniente do uso da edificação habitacional, devem ser consideradas em projeto, pois a umidade acelera os mecanismos de deterioração e acarreta a perda das condições de habitabilidade e de higiene do ambiente construído.

A ABNT NBR 13749:2013 define que os materiais e as respectivas proporções de dosagem devem ser compatíveis com o acabamento e as condições de exposição previstas e ter resistência mecânica compatível com o acabamento decorativo selecionado. Esta norma fixa os critérios quando ao recebimento dos revestimentos de argamassas quanto ao prumo, nivelamento, planeza. Porém, destaca-se que ABNT NBR 13749:2013 não especifica claramente as condições de exposição e resistências mecânicas. Dentre as condições que os revestimentos devem satisfazer quanto a permeabilidade, conforme esta norma são:

- Ter propriedade hidrofugante, em caso de revestimento externo de argamassa aparente, sem pintura ou base porosa. No caso de não se empregar argamassa hidrofugante, deve ser executada a pintura específica para este fim;
- Ter propriedade impermeabilizante, em caso de revestimento externo de superfícies em contato com o solo;
- Resistir à ação de variações normais de temperatura e umidade do meio, quando externos;
- Quando ao aspecto deve apresentar textura uniforme, sem imperfeições, cavidades, fissuras, manchas e eflorescência;

Atualmente, os canteiros de obras apresentam uma diminuição no uso das argamassas dosadas em obra e o aparecimento de argamassas industriais tem alavancado a construção civil, daí a necessidade de se controlar os materiais e o desempenho do sistema de revestimento (TEMP, 2014).

As argamassas estabilizadas se apresentam como uma alternativa mais produtiva no quesito de argamassas de revestimentos, contudo as especificações de valores e propriedades necessitam de atenção, pois demandam estudos quanto ao seu comportamento diante da evolução de seu tempo de estabilização, dependentes das formulações e dos materiais utilizados na produção destes produtos (OLIVEIRA, 2017).

São empregados para a produção das argamassas estabilizadas dois aditivos, um estabilizador de hidratação (AEH) e um incorporador de ar (IAR) com funções de retardar o tempo de pega do aglomerante e melhorar a plasticidade das argamassas, respectivamente. A utilização dos IAR facilita a produção das argamassas, sendo que a consistência final é inferior em função do aumento do teor do aditivo (ROMANO, 2013). O aditivo incorporador de ar, além de diminuir as tensões superficiais, obtura os poros capilares, diminuindo a retração plástica e tornando as argamassas menos permeáveis (RESENDE, 2010).

Conforme Salomão (2016), ocorre redução do coeficiente de capilaridade, devido a utilização do IAR e ao fato do aditivo reduzir a necessidade de água na mistura e por formar bolhas que interrompem o transporte de água capilar.

Quanto ao AEH, os estudos de Keller e Lovato (2016), mostraram que todas as argamassas produzidas somente com o aditivo estabilizador, a consistência apresentou aumento após 24 horas decorridas do seu preparo, reduzindo-se posteriormente após 48 horas de seu preparo. Ainda as autoras comentaram que as misturas com teores de AEH de 0,90% sobre a massa do cimento apresentaram comportamento inferior quando comparadas as misturas com menores teores, ou seja, a absorção de água foi mais elevada.

Já os estudos de Oliveira (2017) mostraram que o AEH quando isolado aumentou a absorção capilar conforme seu incremento na produção das argamassas, no entanto, quando associado ao IAR, conforme o incremento dos aditivos, menores foram os coeficientes de capilaridade.

Os fabricantes das estabilizadas exigem o armazenamento das argamassas com uma lâmina de água de forma manter este tempo maior de aplicação. Neste sentido, Casali *et al* (2011), no resultado de seus estudos, constataram que o valor de índice de consistência inicial diminuiu ao longo do tempo de utilização, com exceção para as argamassas que foram armazenadas com película de água.

O objetivo principal foi o estudo do comportamento das argamassas estabilizadas quanto a formulação, os requisitos e as propriedades de permeabilidade. No caso dos objetivos específicos foi investigar os comportamentos das argamassas e verificar os requisitos exigenciais para os sistemas de revestimento quanto a consistência, teor de ar incorporado, absorção de água por imersão, absorção de água por capilaridade e monitorar experimentalmente ao longo do tempo de estabilização as propriedades no estado fresco e endurecido, além de avaliar a necessidade do armazenamento das argamassas com lâmina de água.

2. METODOLOGIA

O objetivo do programa experimental foi o estudo dos tempos de estabilização e suas influências sobre os comportamentos das argamassas estabilizadas nos estados fresco e endurecido, além da utilização da película de água de proteção exigida pelos fabricantes destes produtos.

2.1 Nomenclatura das argamassas

A proposta para esta pesquisa foi estudo de dosagem a partir do método adotado no Laboratório de Ensaios de Materiais da Universidade de Brasília (LEM/UnB) que, por sua vez, é baseado nos conceitos de Selmo (1991). Este método consiste na fixação da quantidade de agregados miúdos para se determinar a quantidade de cimento para um determinado valor de “E”, onde a quantidade de cal é considerada nula.

Desta forma, a nomenclatura das argamassas foi definida conforme o parâmetro E utilizado, seguido dos teores de AEH e teores de IAR. O exemplo E6 40/20, indica que a argamassa utiliza o parâmetro E6, o teor de AEH igual a 0,40% sobre a massa do cimento e 0,20% de IAR sobre a massa do cimento.

2.2 Programa experimental

O estudo de formulação foi realizado para um conjunto de materiais (cimento, areia, aditivo estabilizador de hidratação e aditivo incorporador de ar) seguindo o Programa Experimental proposto, a fim de elencar os principais comportamentos e propriedades das argamassas estabilizadas. Utilizou-se uma quantidade de material seco de 40 kg e a homogeneização ocorreu em um misturador horizontal mecânico, da marca ANVI, capacidade de 160 kg. Para o estudo das formulações e determinação do teor de água, considerando uma penetração de cone inicial de 65±5mm.

Os procedimentos de produção das argamassas adotados foram:

- Pesagem dos materiais;
- Colocação e pré-mistura de todo o material anidro no misturador horizontal mecânico;
- Adição de água aos poucos, com o misturador ligado;

- Adição dos aditivos AEH e IAR, com o misturador ligado;
- Com equipamento desligado, retirou-se uma parcela da amostra para fazer a primeira aferição do ensaio de penetração de cone;
- Adição da demanda de água necessária para obtenção de penetração de cone de 65±5 mm.
- Encontrado o valor da penetração do cone deixou-se o equipamento misturando por mais 10 minutos;
- Após a produção da argamassa e repouso de 30 minutos, os ensaios no estado fresco e as moldagens necessárias, para os ensaios no estado endurecido, foram realizados.

O programa experimental pode ser resumido, conforme suas variáveis independentes, condições fixas e variáveis dependentes:

Variáveis independentes:

- PROTEÇÃO DA ARGAMASSA: As argamassas foram estudadas armazenadas com e sem a lâmina de água. De forma avaliar a interferência nos tempos de estabilização e propriedades no estado fresco e endurecido.

- TEOR DOS ADITIVOS: As séries dos aditivos associados se deram a partir da dosagem, realizada para selecionar grupos de argamassas, que possibilitassem estudar diferentes teores dos aditivos com vista a obter comportamentos específicos, tais como um superior tempo de estabilização. As variações dos aditivos buscaram estudar associações de formulação de modo a investigar quais as respostas nas propriedades de interesse das argamassas. A escolha dos teores dos aditivos selecionados foram 40/10; 40/20 e 95/20.

Condições fixas:

- CONSISTÊNCIA INICIAL: Consistência avaliada pela profundidade de penetração de cone (ASTM C780:2014). Foi determinada, uma consistência inicial de preparo de 65±5mm.

- PARÂMETRO E: foi utilizado um único parâmetro E, de forma avaliar o tempo de estabilização a partir da variação dos teores dos aditivos. O parâmetro E selecionado foi o E6, por tratar-se de uma série intermediária.

Variáveis dependentes:

As propriedades avaliadas a partir de ensaios que caracterizam as argamassas no estado fresco: tempos de estabilização, consistência aferida pela penetração de cone e o teor de ar incorporado. No estado endurecido foram avaliadas, ao longo do tempo de estabilização, a absorção de água por imersão, a absorção capilar e o coeficiente de capilaridade.

Os ensaios de absorção de água por imersão foram executados conforme a ABNT NBR 9778:2009 e foram ensaiados corpos de prova prismáticos 4x4x16 cm, três unidades de cada um (figura 1).

Figura 1 – Ensaios de absorção de agua por imersão.

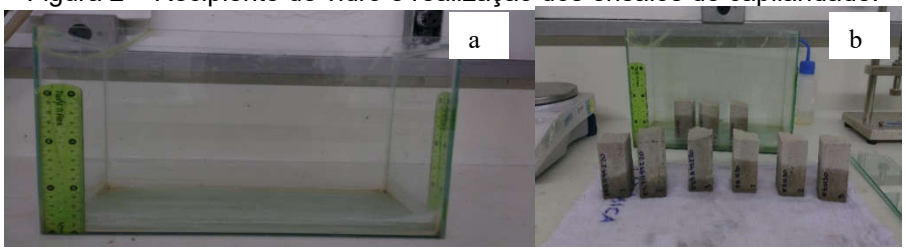


a) Corpos de prova imersos; b) Recipiente utilizado para realização dos ensaios e c) Corpos de prova após a retirada da imersão.

Fonte: OLIVEIRA, 2017.

Os ensaios de absorção por capilaridade e coeficiente de capilaridade foram realizados conforme as prescrições da Norma NBR 15259:2005 (Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação de absorção de água por capilaridade e do coeficiente de capilaridade).

Figura 2 – Recipiente de vidro e realização dos ensaios de capilaridade.



a)Recipiente de vidro utilizado para realização dos ensaios; b) Amostras após a retirada do recipiente e secos superficialmente com pano úmido.
Fonte: OLIVEIRA, 2017.

Com o objetivo de padronizar as condições dos corpos de prova estes foram colocados na estufa a 50°C, dois dias antes de serem ensaiados. Por definição da ABNT NBR 15259:2005, o coeficiente de capilaridade é igual ao coeficiente angular da reta que passa pelos pontos representativos das determinações realizadas 10 minutos e aos 90 minutos.

2.3 Materiais e armazenamento das argamassas estabilizadas

Para a produção das argamassas estabilizadas foi utilizado o parâmetro E6, cimento CP V e uma única granulometria dos agregados miúdos, variando os teores dos aditivos associados. Duas variáveis importantes de avaliação da manutenção das condições de aplicação foram impostas: a primeira variável quanto à utilização da película de água na proteção das argamassas produzidas; e a segunda variável, a correção da consistência para a condição de aplicação das argamassas, em sistemas de revestimento, através do acréscimo de água, quando não se aplicou a lâmina de água.

As argamassas foram monitoradas experimentalmente nos aspectos associados ao tempo de estabilização, investigando a consistência através dos ensaios de penetração de cone e o teor de ar incorporado, comparando em duas condições de armazenamento: proteção com lâmina de água e sem a aplicação da película de água.

As argamassas armazenadas sem lâmina de água, quando apresentaram o valor obtido de penetração de cone na faixa de 40±10mm, consistiram na correção do teor de água. Desta forma, separou-se 2600 g de argamassas e após, adicionou-se o teor de água necessário para se atingir uma penetração de cone 60±5mm. A homogeneização das argamassas, com o teor de água adicionado na correção, foi obtida em um misturador mecânico, da marca Hobart, modelo N-50, homogeneizada durante quatro minutos e velocidade baixa.

A outra metade da argamassa passou pela retirada da lâmina de água, através de uma seringa de 60 ml, e na sequência, ocorria a retirada da argamassa formada na superfície (argamassa mais fluída, aparência de nata) e logo abaixo desta camada, foram obtidas as argamassas estabilizadas, propriamente ditas, utilizadas para a realização dos ensaios de penetração de cone e teor de ar incorporado.

3. RESULTADOS

As análises dos comportamentos e das propriedades foram realizadas ao longo do tempo de estabilização permitido, conforme a dosagem do aditivo estabilizador de hidratação.

3.1 Estado fresco

No estado fresco foram avaliadas as propriedades de consistência (penetração de cone), e o teor de ar incorporado ao longo dos tempos de estabilização. Os resultados obtidos para a condição de armazenamento sem lâmina de água são demonstrados na tabela 1, e para a condição de armazenamento com película de água na tabela 2.

Na condição de armazenamento sem lâmina de água, as perdas de consistência (40±10 mm), ocorreram até seis horas para as argamassas E6 40/10 (20 mm); até oito horas para as argamassas E6 40/20 (26 mm). As argamassas E6 95/20 reduziram os valores de penetração de cone em quatro horas (18 mm), todas aferidas a partir dos 30 minutos da produção das argamassas (tabela 1).

Verificou-se que as séries 40/10 e 40/20 mantiveram a penetração de cone com baixa variação de consistência, bem como pequena alteração do teor de ar incorporado, após 6 e 8 horas, respectivamente, na condição de armazenamento sem aplicação da lâmina de água. O que não ocorreu quando se empregou a película de água, durante o armazenamento destas séries, uma vez que as mesmas apresentaram um aumento da fluidez e não homogeneizadas. Ainda, assim com 24 horas; encontraram-se endurecidas para as duas condições estudadas.

Os teores de ar incorporados apresentaram baixas variações conforme a tabela 1. Para a séries 40/10 a variação do ar incorporado foi de 1% até 6 horas, para série 40/20; 3% até 8 horas e para a série 95/20; 5%.

Tabela 1 – Resumo das propriedades no estado fresco – sem lâmina de água.

Teor dos aditivos AEH/IAR	Tempo de estabilização	Cone (mm)	Teor de ar gravimétrico (%)
E6 40/10	30 minutos	63	11%
E6 40/10	3 horas	51	10%
E6 40/10	6 horas	43	10%
E6 40/20	30 minutos	65	16%
E6 40/20	3 horas	56	14%
E6 40/20	8 horas	48	13%
E6 95/20	30 minutos	51	18%
E6 95/20	4 horas	33	15%
E6 95/20	8 horas	61	15%
E6 95/20	12 horas	60	15%
E6 95/20	24 horas	61	13%

Destaca-se a importância do emprego da lâmina de água para a manutenção das condições de aplicabilidade da série E6 95/20, uma vez que apresentaram, nesta condição de armazenamento, penetração de cone entre 4 horas até 32 horas, com variações entre 30 a 40 mm, tabela 2.

Os teores de ar incorporados se mostraram dependentes dos incrementos dos IAR empregados nas produções das argamassas. De maneira geral, os resultados não variaram mais que 5% ao longo dos tempos de estabilização, observando uma mesma série, tabelas 1 e 2. Observou-se que o fato de se aplicar a lâmina d'água ou a correção de água na argamassa, não apresentou aumento expressivo dos valores percentuais de incorporação de ar, destacando que as argamassas corrigidas, utilizaram a argamassadeira para mistura.

No caso da argamassa E6 95/20, destaca-se a necessidade da aplicação da lâmina de água para a manutenção da consistência das argamassas. Contudo, para o teor mínimo do AEH utilizado nas argamassa E6 40/10 e E6 40/20; a película de água não se mostrou eficaz, uma vez que aumentou a fluidez das argamassas. Quando se manteve as séries E6 40/10 e E6 40/20 sem a lâmina, a perda de consistência ocorreu de forma mais lenta, permitindo a utilização das argamassas por até 6 e 8 horas, respectivamente.

Tabela 2 – Resumo das propriedades no estado fresco – com lâmina de água.

Teor dos aditivos AEH/IAR	Tempo de estabilização	Cone (mm)	Teor de ar gravimétrico (%)
E6 40/10	30 minutos	63	11%
E6 40/10	3 horas	51	10%
E6 40/10	6 horas	56	10%
E6 40/20	30 minutos	65	16%
E6 40/20	3 horas	56	14%
E6 40/20	6 horas	56	14%
E6 40/20	8 horas	60	12%
E6 95/20	30 minutos	51	18%
E6 95/20	4 horas	33	15%
E6 95/20	8 horas	35	16%
E6 95/20	12 horas	33	14%
E6 95/20	24 horas	40	13%
E6 95/20	32 horas	30	13%

No caso das argamassas estabilizadas a manutenção da trabalhabilidade é melhorada com a utilização de uma película de água sobre a argamassa enquanto a mesma está armazenada, fator recomendado pelos fabricantes, porém Casali et al (2011) comentaram que essa prática não é realizada em obra, pois segundo os usuários, no dia seguinte a camada de água fica como uma “nata” e após remove-la a argamassa apresenta uma fluidez elevada.

Os teores de ar incorporados das argamassas estabilizadas, deste estudo demonstraram poucas variações. Macioski, Da Costa e Casali (2015), em seus estudos, verificaram valores de densidades de massa obtidos com um pequeno aumento em relação ao tempo de armazenamento, em 24 horas. Em relação ao teor de ar incorporado, em média, também houve uma pequena diminuição em relação ao tempo de armazenamento, conforme os mesmos autores.

Casali *et al* (2011) encontraram valores do teor de ar incorporado que apresentaram uma pequena redução ao longo do tempo ou se mantiveram, por 24 horas, muito elevado, em torno de 25% a 39%, devido a utilização de aditivos. Trevisol (2015) relatou teor de ar incorporado de 24,47% na produção das argamassas estabilizadas e com 48 horas; 18,53%. Nos estudos de Jantsch (2015), os valores obtidos para o teor de ar incorporado foram de 19,78 % para 36 horas e 21,49% para 72 horas. Vale salientar, que os autores estudados, não informaram as formulações das argamassas trabalhadas por eles.

3.2 Absorção de água por capilaridade e Coeficiente de Capilaridade

Em ambas condições de armazenamento das argamassas estabilizadas, as séries E6 95/20 apresentaram os menores coeficientes de capilaridade quando comparadas as séries E6 40/10 e E6 40/20 (tabelas 3 e 4) devido a ação conjunta dos aditivos associados para a redução da permeabilidade.

Tabela 3 – Coeficiente de capilaridade – sem lâmina de água

Teor dos aditivos AEH/IAR	Tempo de estabilização	Coeficiente de capilaridade ($g/dm^2 . min^{1/2}$)
E6 40/10	30 minutos	9,60
E6 40/10	6 horas	8,20
E6 40/20	30 minutos	8,10
E6 40/20	8 horas	6,20
E6 95/20	30 minutos	3,00
E6 95/20	8 horas	7,90
E6 95/20	12 horas	4,40
E6 95/20	24 horas	4,90

As séries E6 95/20 demonstraram um aumento dos coeficientes de capilaridade após 8 horas possivelmente devido ao acréscimo do teor de água para atendimento da penetração de cone e influência da película de água.

Tabela 4 – Coeficiente de capilaridade – com lâmina de água.

Teor dos aditivos AEH/IAR	Tempo de estabilização	Coeficiente de capilaridade ($g/dm^2 . min^{1/2}$
E6 40/10	30 minutos	9,60
E6 40/10	6 horas	9,80
E6 40/20	30 minutos	8,10
E6 40/20	8 horas	10,00
E6 95/20	30 minutos	3,00
E6 95/20	8 horas	3,10
E6 95/20	12 horas	6,10
E6 95/20	24 horas	5,20
E6 95/20	32 horas	6,60

Quanto a absorção de água por capilaridade se observa que na condição de armazenamento com lâmina de água, não ocorreu variação relevante nos resultados das séries E6 40/10 e E6 40/20 (tabela 5 e figuras 3, 4 e 5).

Tabela 5 – Absorção de água por capilaridade – sem lâmina de água

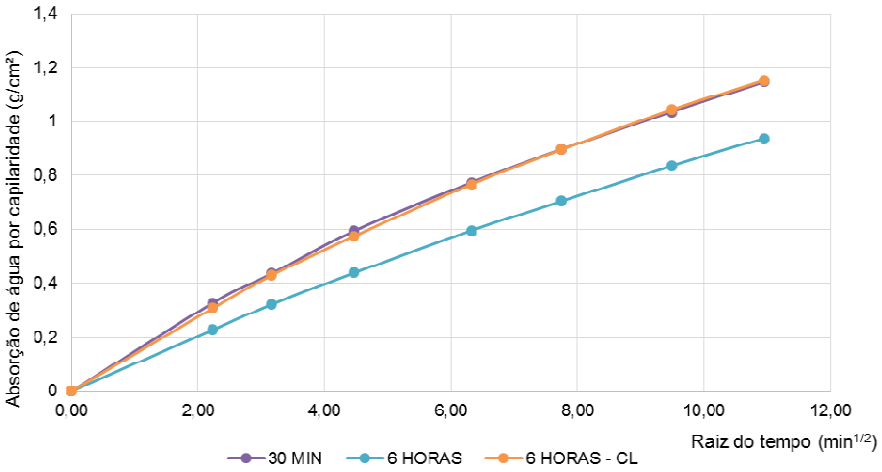
Teor dos aditivos AEH/IAR	Tempo de estabilização	Absorção de água por capilaridade (g/cm^2) 10 min.	Absorção de água por capilaridade (g/cm^2) 90 min.
E6 40/10	30 minutos	0,44	1,04
E6 40/10	6 horas	0,32	0,84
E6 40/20	30 minutos	0,30	0,71
E6 40/20	8 horas	0,24	0,58
E6 95/20	30 minutos	0,15	0,42
E6 95/20	8 horas	0,35	0,84
E6 95/20	12 horas	0,20	0,50
E6 95/20	24 horas	0,24	0,54

Já para as séries E6 95/20 os valores da absorção capilar foram aumentados após 12 horas, contudo mantiveram praticamente constantes até 32 horas na condição em que se aplicou a lâmina de água (figura 5 e tabela 6) e 24 horas na condição da correção do teor de água (figura 5 e tabela 7).

Tabela 6 – Absorção de água por capilaridade – com lâmina de água.

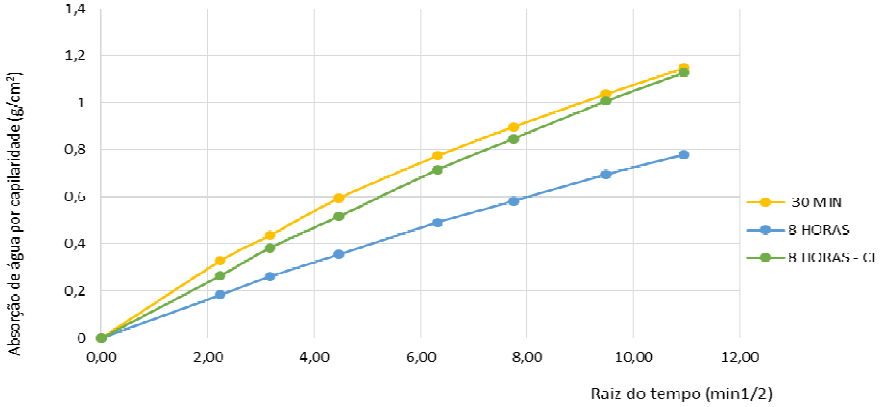
Teor dos aditivos AEH/IAR	Tempo de estabilização	Absorção de água por capilaridade (g/cm^2) 10 min.	Absorção de água por capilaridade (g/cm^2) 90 min.
E6 40/10	30 minutos	0,44	1,04
E6 40/10	6 horas	0,43	1,04
E6 40/20	30 minutos	0,30	0,71
E6 40/20	8 horas	0,38	1,01
E6 95/20	30 minutos	0,15	0,42
E6 95/20	8 horas	0,17	0,37
E6 95/20	12 horas	0,27	0,65
E6 95/20	24 horas	0,25	0,58
E6 95/20	32 horas	0,28	0,69

Figura 3 – Absorção capilar – série 40/10



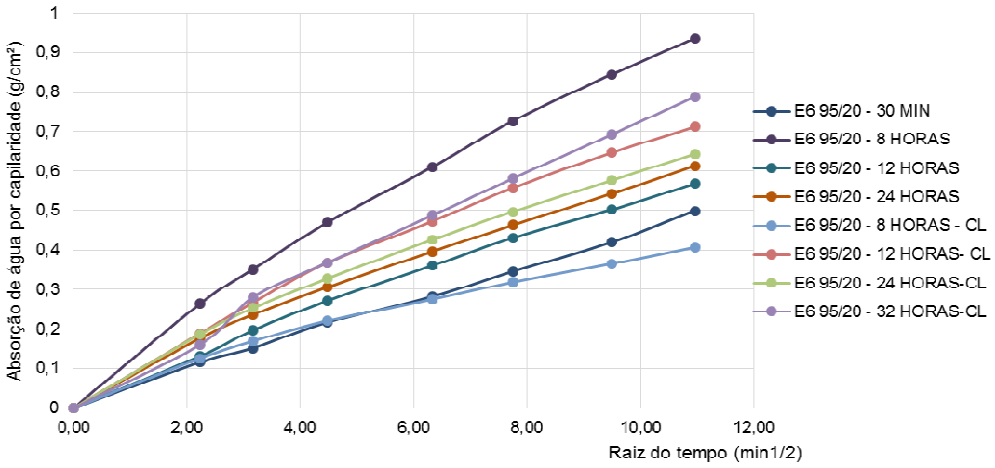
Fonte: autor

Figura 4 – Absorção capilar – série 40/20



Fonte: autor

Figura 5 – Absorção capilar – série 95/20



Fonte: Autor

3.3 Absorção de água por imersão

O armazenamento com lâmina d'água se mostrou benéfico para as argamassas estabilizadas uma vez que os valores obtidos para absorção de água por imersão foram menores quando comparados com as argamassas que não utilizaram a lâmina mesmo para as argamassas E6 40/10 e E6 40/20.

A absorção da água por imersão mostra a influência dos aditivos associados, de maneira que quanto maior o teor do conjunto os valores obtidos são menores. Vale ressaltar que para as argamassas E6 95/20 os teores de ar incorporado são maiores que os valores absorvidos de água por imersão, tabelas 1, 2, 7 e 8.

Tabela 7 – Absorção de água por imersão – sem lâmina de água.

Teor dos aditivos AEH/IAR	Tempo de estabilização	Absorção de água por imersão (%)
E6 40/10	30 minutos	12,00
E6 40/10	6 horas	24,00
E6 40/20	30 minutos	11,70
E6 40/20	8 horas	12,80
E6 95/20	30 minutos	10,70
E6 95/20	8 horas	11,50
E6 95/20	12 horas	13,50
E6 95/20	24 horas	15,00

Tabela 8 – Absorção de água por imersão – com lâmina de água.

Teor dos aditivos AEH/IAR	Tempo de estabilização	Absorção de água por imersão (%)
E6 40/10	30 minutos	12,00
E6 40/10	6 horas	13,50
E6 40/20	30 minutos	11,70
E6 40/20	8 horas	13,70
E6 95/20	30 minutos	10,70
E6 95/20	8 horas	10,60
E6 95/20	12 horas	12,80
E6 95/20	24 horas	13,90
E6 95/20	32 horas	13,90

4. CONCLUSÕES

As séries E6 95/20 mostraram-se adequadas aos sistemas de revestimentos, na condição de armazenamento com o emprego da lâmina de água, e mantiveram suas propriedades de forma satisfatória tanto no estado fresco, quanto endurecido por até 32 horas. Já as séries, mesmo na condição de emprego da lâmina de água, com 24 horas encontraram-se endurecidas;

A proteção da argamassa com a lâmina de água não funcionou adequadamente para as séries E640/10 e E640/20, uma vez que estas apresentaram elevaram a fluidez. As argamassas E640/10 e E640/20, não necessitariam de lâmina de água, conforme observações ao longo da pesquisa, pois conservavam a consistência e a plasticidade adequada a aplicação até 8 horas, nesta condição.

Opina-se que as séries E6 40/20, na condição de armazenamento sem lâmina de água, são argamassas preferidas de emprego até o tempo de estabilização de 8 horas, por promoverem aumentos de produtividade nas atividades de produção e aplicação de argamassas de revestimentos. Já as séries E6 40/10 apresentam durante o período de estabilização exsudação, que foi aumentada com o emprego da lâmina de água.

Os resultados obtidos deste estudo demonstraram que as argamassas estabilizadas mantiveram suas propriedades tanto no estado fresco quanto endurecido adequadas aos sistemas de revestimento ao longo

do período de estabilização estudado. Ainda, que o tempo de estabilização depende do teor do aditivo estabilizador empregado na fabricação das argamassas.

Quanto ao emprego do IAR na produção das argamassas estabilizadas, influenciaram nos teores de ar incorporados das argamassas e desta forma, promoveram reduções dos teores de água. Influenciaram quanto as melhorias das plasticidades, das trabalhabilidades e reduções da exsudações conforme seus incrementos nas produções das argamassas. Ao longo do tempo de estabilização, para a uma mesma série, o teor de ar incorporado não apresentou variações significativas.

Já o aditivo estabilizador de hidratação, obviamente, a depender de seu teor utilizado, promovem um tempo superior de utilização das argamassas. Quando associado ao IAR, potencializou os resultados da propriedade na redução da permeabilidade.

5. REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS - **ASTM. C780**: Standard Test Method for Preconstruction and Construction Evaluation of Mortars for Plain and Reinforced Unit Masonry. ASTM Internacional, West Conshohocken, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9778**: Argamassa e concreto endurecidos - Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica. Rio de Janeiro, 2005.

____. **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, 2005.

____. **NBR 13281**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos– Requisitos. Rio de Janeiro, 2005.

____. **NBR 13749**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação. Rio de Janeiro, 2013.

____. **NBR 15259**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da absorção de água por capilaridade e do coeficiente de capilaridade. Rio de Janeiro, 2005.

____.**NBR 15575-1:2013** - Edificações Habitacionais – Desempenho Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro: 2013.

CASALI, J. M.; MANN NETO, A.; ANDRADE, D. A.; ARRIAGADA, N. T. **Avaliação das propriedades do estado fresco e endurecido da argamassa estabilizada para assentamento e revestimento**. In: IX Simpósio Brasileiro de Argamassas, 2011, Minas Gerais, 2011.

JANTSCH, A.C.A. **Análise da Permeabilidade de Argamassas Estabilizadas Submetidas a Tratamento Superficial com Aditivos Cristalizantes.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

KELLER, H.A.; LOVATO, P;S. **Avaliação de propriedades de argamassas estabilizadas ao longo do tempo decorrido do seu preparo.** XVI Encontro Nacional De Tecnologia Do Ambiente Construído. São Paulo, 2016.

MACIOSKI, G; COSTA, M.M.C; CASALI, J.M. **Caracterização de argamassas estabilizadas submetidas à sucção de substrato poroso.** XI Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas. Porto Alegre, 2015.

OLIVEIRA, VALÉRIA COSTA DE. **Estudo Comportamental da Formulação, dos Requisitos e das Propriedades das Argamassas Estabilizadas de Revestimento.** 2017. 173p Dissertação (Mestrado Estruturas e Construção Civil. Universidade de Brasília. Distrito Federal. 2017.

PAES, I. N. L. **Avaliação do transporte de água em revestimentos de argamassa nos momentos iniciais pós-aplicação.** Tese de doutorado, Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

RESENDE, P.S.O. **Efeito do Ar Incorporado em Argamassas de Revestimentos.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

ROMANO, C.R.O. **Incorporação de ar em materiais cimentícios aplicados em construção civil.** Tese de doutorado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

SALOMÃO, M. C. F. (2016). **Estudo da estrutura das argamassas de revestimento e sua influência nas propriedades de transporte de água.** Tese de doutorado Universidade de Brasília, Brasília,2016.

TEMP, A.L. **Avaliação de Revestimentos de Argamassa à Permeabilidade ao Vapor de Água.** Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

TREVISOL JR., L.A. **Estudo Comparativo entre as Argamassas: Estabilizada Dosada em Central, Industrializada e Produzida em Obra por meio de Ensaios Físicos nos Estados Fresco e Endurecido.** Dissertação de Mestrado, Instituto de Tecnologia para Desenvolvimento (Institutos Lactec), Curitiba, 2015.