



# Argamassa estabilizada: influência da lâmina de água disposta na estocagem e da pré-saturação do substrato cerâmico

Diego Gazineu Arnez, Ricardo Girardi, Daniel Hastenpflug

**Resumo**— Atualmente a utilização da argamassa estabilizada está ganhando espaço nos canteiros de obras devido à facilidade de gerenciamento desse produto que chega pronto para aplicação. O presente trabalho visa avaliar as características no estado fresco e endurecido de uma argamassa estabilizada, sujeita a duas formas de armazenamento, com e sem lâmina de água na estocagem e aplicadas sobre duas condições de substrato cerâmico: pré-saturado e seco. Os resultados indicam que a adição da lâmina de água para estabilização não afeta as características da argamassa, entretanto a pré-saturação do substrato influenciou diretamente na resistência de aderência à tração aos 28 dias.

**Palavras-chave:** — argamassa estabilizada, pré-saturação do substrato, resistência de aderência.

Diego Gazineu Arnez é acadêmico do curso de Engenharia Civil da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – Porto Alegre/RS - Brasil (e-mail: [diego.arnetz@acad.pucrs.br](mailto:diego.arnetz@acad.pucrs.br)).

Ricardo Girardi é mestre em construção civil, professor da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul e pesquisador da Fundação de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – CIENTEC (e-mail: [ricardo.girardi@pucrs.br](mailto:ricardo.girardi@pucrs.br) ou [ricardo-girardi@cientec.rs.gov.br](mailto:ricardo-girardi@cientec.rs.gov.br)).

Daniel Hastenpflug é doutor em engenharia e tecnologia de materiais, professor da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (e-mail: [daniel.hastenpflug@pucrs.br](mailto:daniel.hastenpflug@pucrs.br)).

## I. INTRODUÇÃO

gestão de uma obra envolve uma série de necessidades que devem ser atendidas a fim de reduzir custos, prazos e aumentar a qualidade do produto final. O tempo é cada vez mais escasso, uma vez que a necessidade de atingir metas conforme um planejamento previsto requer agilidade em processos que englobam a construção.

A velocidade exigida na execução dos serviços, a menor área disponível e a forte conscientização de organização e limpeza nos canteiros de obra fazem com que se busquem alternativas que atendam a estas demandas atualmente. A evolução de técnicas construtivas e dos materiais de construção vem se tornando hábito para aumentar a produtividade e a boa técnica empregada em obras civis.

A argamassa, material constantemente presente na construção, é ferramenta de estudos tecnológicos por profissionais com intuito de torná-la cada vez mais um produto de qualidade.

Segundo Carasek [1] “as argamassas são materiais de

construção com propriedades de aderência e endurecimento, obtidos a partir da mistura homogênea de um ou mais aglomerantes, agregado miúdo e água, podendo ou não conter aditivos e adições minerais”.

Com objetivo então de racionalizar a construção, as argamassas estabilizadas, que chegam prontas à obra para utilização, estão adquirindo espaço daquelas antes produzidas no canteiro de obra e também das comercializadas ensacadas.

O objetivo deste trabalho será analisar as características de uma argamassa estabilizada para 36 horas, comparando-a quando permanece estocada com e sem lâmina de água na superfície para consumo com 24 horas. Também, visa observar se a pré-saturação do substrato cerâmico tem influência nas propriedades da argamassa. Foram avaliadas as características: índice de consistência, resistência à tração na flexão e à compressão aos 7 e 28 dias de idade, porosidade e absorção de água aos 28 dias e resistência de aderência à tração aos 28 dias.

Este artigo está organizado da seguinte maneira. Na seção II é realizado um breve referencial teórico acerca do tema; já no item III estão apresentados os materiais e métodos utilizados na pesquisa; na seção IV são apresentados os resultados obtidos e por fim, no item V estão elencadas as considerações de caráter geral da pesquisa.

## II. REFERENCIAL TEÓRICO

### A. Argamassa de revestimento

Para Sabbatini [2] e Recena [3] os revestimentos de argamassa possuem as seguintes funções: proteger as vedações e a estrutura contra agentes agressivos, evitando degradação, auxiliar com isolamento termo acústico, garantir estanqueidade à água do substrato e garantir bom acabamento estético do local revestido.

As argamassas de revestimento interno, externo e teto, são utilizadas em subcamadas anterior ou não à fase final de acabamento, podendo este ser pintura, peça cerâmica ou base para reboco. Em conjunto com o sistema pode estar o chapisco que segundo Bauer *et. al.* [4] é um procedimento de preparação de base e não uma camada de revestimento, sendo ele aplicado sobre o substrato e servindo como ponte de aderência entre esse e o revestimento.

Para Sabbatini [2] o chapisco é aplicado quando se têm superfícies muito lisas, com pouca porosidade e quando o substrato possui alta capacidade de sucção. O autor complementa ainda dando importância para sua utilização em revestimentos externos, onde necessita-se de uma melhor aderência por estar sofrendo com variações climáticas e nos revestimentos de tetos por sofrer com ação da gravidade.

O emboço segundo Sabbatini [2], é uma camada de argamassa mais espessa do sistema de revestimento, que possui função de regularizar a superfície do substrato devendo ter aderência a esse e apresentar textura e porosidade adequadas à aplicação do reboco. Bauer *et. al.* [4] complementam que essa camada é constituída por agregados maiores com relação ao reboco ou camada única, devendo ser apenas sarrafeado para que se tenha textura, melhorando a fixação de outros materiais.

O reboco constitui a última camada do sistema antes do acabamento final. O reboco aplicado sobre emboço é apenas uma camada de acabamento tendo espessura de aproximadamente 5mm apenas para formar uma superfície lisa e íntegra para aplicação de textura e/ou pintura, como afirma Bauer *et. al.* [4].

Já a monocamada deve cumprir as funções tanto do emboço quanto do reboco dando acabamento final. Este revestimento é aplicado direto no substrato em áreas internas ou sobre o chapisco em áreas externas. Sabbatini [2] afirma ser plausível fazer uma avaliação sobre a real necessidade de se fazer uma única camada quando o revestimento apresentar espessuras maiores que 3cm.

Na execução, a argamassa precisa ter perdido um pouco de água para o substrato ou por evaporação, para que seja feito o sarrafeamento do revestimento. Bauer *et. al.* [4] citam que a argamassa deve “esfarelar” no momento da “reguada”, e caso este procedimento seja feito antes de ter condições, o aparecimento de fissuras é favorecido.

Para as argamassas cumprirem as funções a ela impostas, Recena [3] afirma que elas devem apresentar algumas propriedades fundamentais tais como: trabalhabilidade adequada, capacidade de retenção de água compatível com a base que receberá, durabilidade compatível com a vida útil estimada para edificação, estabilidade física e química frente à agentes agressivos, resistência de aderência compatível com as solicitações impostas e módulo de elasticidade baixo para que as deformações sejam absorvidas.

Os controles ainda antes da execução do revestimento de argamassa devem ser fortes por parte da engenharia, visto que o reboco, que é a camada externa mais usual, não tem função de esconder imperfeições das alvenarias ou de estruturas de concreto armado que estejam fora de esquadro, prumo ou dimensões. Para Sabbatini [2] estas espessuras sendo excessivas, ocasionam fissuras de retração devido à movimentação higroscópica, comprometendo a aderência e permeabilidade do revestimento.

### *B. Argamassas no estado fresco*

Segundo Maciel, Barros e Sabbatini [5] as argamassas possuem propriedades no seu estado fresco e podem ser divididas em: trabalhabilidade, aderência inicial, retenção de

água e retração na secagem, as quais serão discutidas com mais detalhes nesta seção.

### *Trabalhabilidade*

A trabalhabilidade é um conceito subjetivo, mas que segundo Carasek [1] é entendido como a facilidade de manuseio e aplicação em condições homogêneas. Nesse sentido, Recena [3] explica a trabalhabilidade como a maior ou menor facilidade de a argamassa permanecer na posição final do substrato, sem dificuldade e perda de tempo na execução da tarefa por parte do operador.

A trabalhabilidade é um conceito que varia para cada tipo de atividade, para tanto uma argamassa de assentamento deve ser diferente para aquela que se destina ao revestimento de uma parede por exemplo.

A ausência ou adição de água suplementar à requerida na trabalhabilidade da argamassa podem interferir em propriedades no estado endurecido, como alteração da aderência, durabilidade e resistência mecânica. Deve-se então haver um correto relacionamento e interação entre a consistência e a coesão adequando a argamassa para sua finalidade de aplicação.

### *Aderência inicial*

A aderência é uma propriedade da argamassa presente em seu estado fresco e principalmente no endurecido. No estado fresco, a aderência inicial é segundo Maciel, Barros e Sabbatini [5] uma propriedade relacionada ao fenômeno mecânico que ocorre pela ancoragem da argamassa na entrada de poros, reentrâncias e saliências do substrato com posterior endurecimento da pasta.

Carasek [4] menciona a importância da trabalhabilidade para aderência inicial, como sendo a capacidade de ancoragem da argamassa sem que esta escorra ou se desprenda do substrato, e para boa aderência inicial são necessárias características como: capacidade de retenção de água da argamassa, porosidade, rugosidade e limpeza do substrato.

### *Retenção de água*

Nakakura e Cincotto [6] explicam esta propriedade como sendo a capacidade da argamassa em não perder água por evaporação ou para o substrato de contato. Essa retenção, é de fundamental importância para que haja a hidratação do cimento, endurecendo de forma gradativa a argamassa e propiciando melhor desempenho do sistema.

Bauer *et. al.* [4] vinculam a retenção de água à não perda de trabalhabilidade da argamassa, mantendo-a em condições de utilização por algum período de tempo sem que esta, perca água para o substrato ou por evaporação.

Já para Recena [3] a retenção de água é de extrema importância para que patologias futuras não aflorem. Estas patologias podem ser o deslocamento, uma vez que a aderência é prejudicada, também a retração e aparecimento de fissuras, todas por perda precoce da água.

Bauer *et. al.* [4] sugerem a utilização de materiais mais finos, que possuem elevada área específica e conseqüentemente maior capacidade de manter água adsorvida ou ainda a

utilização de aditivos à base de celulose que impeçam a perda d'água.

#### *Retração por secagem*

Esta propriedade está normalmente associada à fissuração. A retração em revestimentos de argamassa sempre irá ocorrer podendo este ser com alta ou baixa intensidade. A fissuração poderá aparecer no decorrer do tempo.

Bastos [7] descreve que a retração é um efeito físico que ocasiona deformação na pasta de cimento na maior parte dos casos por perda de água precoce à hidratação do aglomerante.

Em revestimentos de argamassa externos, este fenômeno é causa primária para o aparecimento de patologias. Segundo Bastos [7] os principais agentes responsáveis pelas manifestações de patologias são: a retração plástica, causada pela ação de sol e ventos; sucção do substrato e também a retração térmica na qual o calor de hidratação é rapidamente perdido para o meio externo em virtude das variações de temperatura.

Esta propriedade mesmo estando em seu estado fresco, tem fundamental influência e importância no estado endurecido, pois com o aparecimento de fissuras, o revestimento perde as funções que são exigidas, como a estanqueidade à água e o acabamento estético.

#### *C. Argamassa no estado endurecido*

Para Maciel, Barros e Sabbatini [5] as argamassas possuem propriedades no estado endurecido que podem ser divididas em: aderência ao substrato, capacidade de absorver deformações, resistência mecânica, permeabilidade à água, resistência ao desgaste e durabilidade, as quais serão discutidas com mais detalhes nesta seção.

#### *Aderência ao substrato*

A principal característica de uma argamassa de revestimento é a aderência. Para Carasek [1] não havendo a ancoragem da pasta ao substrato, argamassa não atenderá a nenhuma de suas outras funções. A aderência é uma propriedade que descreve a capacidade de resistir a tensões normais e tangenciais impostas entre a camada de revestimento e a base a qual está aplicada como explica Sabbatini [2].

A falta de aderência é a principal causa de patologias em revestimentos de argamassa. Os deslocamentos em paredes causam para as empresas de construção grande prejuízo econômico, pois a recuperação dos sistemas é cara e às vezes inviável, sendo necessário refazer todo o serviço.

Por ser uma das principais propriedades da argamassa e a mais importante, o controle sobre o desempenho em revestimentos de parede é essencial para que se antevejam possíveis problemas, realizando testes de resistência de aderência à tração conforme a NBR 13528 [8].

Para garantir qualidade de desempenho nos revestimentos, a NBR 13749 [9] limita as espessuras para emboço e camada única bem como a resistência mínima de aderência de acordo como local de aplicação e o tipo de acabamento sobre o revestimento argamassado. O Quadro 1 apresenta as exigências da NBR 13749 [9] para a resistência de aderência à

tração e as espessuras admissíveis para as argamassas de revestimento.

**Quadro 1 - Resistências e espessuras admissíveis de acordo com local e tipo de acabamento**

Local		Tipo de Acabamento	Resistência de aderência (MPa)	Espessura Admissível (mm)
Parede	Interna	Pintura ou base para reboco	$\geq 0,20$	$5 \leq e \leq 20$
		Cerâmica ou laminado	$\geq 0,30$	
	Externa	Pintura ou base para reboco	$\geq 0,30$	$20 \leq e \leq 30$
		Cerâmica	$\geq 0,30$	
Teto interno e externo		-	$\geq 0,20$	$e \leq 20$

Fonte: adaptado da NBR 13749 [9]

#### *Capacidade de absorver deformações*

Conforme Nakakura e Ciancotto [6] a capacidade de absorver deformações da argamassa é inversamente proporcional ao teor de cimento ou aglomerante que a compõe. Para Recena [3] esta propriedade pode ser relacionada com o módulo de elasticidade do material.

Esta é uma propriedade que consiste nas situações em que a argamassa está sob tensão e sofre deformações sem rupturas ou através de fissuras não prejudiciais que não comprometam a durabilidade, estanqueidade e aderência.

Maciel, Barros e Sabbatini [5] ressaltam que cabe às argamassas de revestimento apenas absorver pequenas deformações causadas por umidade ou temperatura e não grandes deformações ocasionadas por problemas estruturais por exemplo. Reforçam ainda que a maior espessura de revestimento melhora a capacidade de absorver deformações, mas que se deve ter cuidado, pois maiores espessuras comprometem a resistência à aderência do sistema.

#### *Resistência Mecânica*

Para Carasek [1] e Sabbatini [2] a resistência mecânica pode ser entendida como uma consolidação interna que revestimentos de argamassa devem possuir, na qual são capazes de absorver esforços de tração, compressão e cisalhamento. Sabbatini [2] complementa exemplificando as ações mecânicas que geram tensões que as argamassas devem suportar como: abrasões superficiais, impactos e contrações termo-higroscópicas.

Carasek [1] afirma que a baixa resistência superficial, ocasionando pulverulência do revestimento é uma das principais patologias causadas pela ineficiência mecânica. Segundo Segat [10] o sinal mais frequente de pulverulência é a desagregação da argamassa ao ser pressionada manualmente, prejudicando a fixação do acabamento final seja ele pintura ou peça cerâmica.

Bauer *et. al.* [4] citam que para aumentar a resistência mecânica, pode-se aumentar o teor de cimento na mistura de uma argamassa. Contudo, a maior quantidade de finos, torna o sistema mais rígido, contribuindo para o aparecimento de fissuras ou até deslocamentos.

#### *Durabilidade*

Para Recena [3] a durabilidade é a capacidade da argamassa de não alterar suas condições físicas e químicas ao longo do

tempo, mas atentando que sua produção deve ser de acordo com as condições ambientais ao qual ela irá enfrentar. Para que esta propriedade seja cumprida e sua vida útil não seja comprometida, cabe um estudo de projeto na qual deve ser feitas especificações de materiais, traços que devem ser utilizados de acordo com condições que o revestimento estará exposto.

Sabbatini [2] descreve que fatores como as movimentações térmicas ou higroscópicas, maiores espessuras de revestimento, proliferação de fungos e a qualidade das argamassas são alguns exemplos de fatores que comprometem a durabilidade dos revestimentos.

#### D. Argamassa Estabilizada

As argamassas estabilizadas são produtos fornecidos e produzidos por centrais dosadoras similar as de concreto usinado [3]. Essas argamassas possuem aditivo estabilizador de hidratação que permite a armazenagem por períodos de até 72h sem perdas de trabalhabilidade.

Desta maneira o emprego permite à obra maior velocidade de execução, pois o insumo já é recebido pronto para uso, seu armazenamento necessita apenas do estudo do melhor *layout* para a disposição das caixas para racionalização de tempo. Ademais, o quantitativo de volume é essencial para controle de consumos, desperdícios e custos. A Figura 1 apresenta a forma de armazenamento da argamassa estabilizada.

Figura 1 - Estoque da argamassa estabilizada



Fonte: Autores

#### Composição

As argamassas estabilizadas são geralmente compostas por cimento Portland, agregado miúdo, água, aditivo incorporador de ar, aditivo estabilizadores de hidratação, podendo ainda ser adicionadas pozolanas ou cargas minerais sem atividade química significativa [3].

#### Aditivo Estabilizante de Hidratação

Os aditivos estabilizadores adicionados na argamassa tem a função de prolongar o início da hidratação do cimento Portland. Isto se faz necessário para que a argamassa estabilizada entregue pelos caminhões betoneira, possa ser armazenadas nas caixas da obra, permanecendo estocadas até a o período máximo de estabilização, permitindo assim a utilização para o dia seguinte. Segundo Tokudome [11] o teor de cimento, a quantidade de aditivo em relação ao consumo do

aglomerante e a composição da química do aditivo, são variáveis para o período de estabilização da argamassa.

Segundo Herman e Rocha [12] este aditivo é capaz de influenciar na fluidez e também no calor de hidratação da argamassa, não deixando atingir elevadas temperaturas e diminuindo as chances do aparecimento de retração plástica e fissuras. Bauer *et. al.* [13] alertam ainda que grandes quantidades deste aditivo podem manter a hidratação do cimento por tempo indeterminado.

#### Aditivo Incorporador de Ar

Este aditivo provoca segundo Bauer *et. al.* [13] o surgimento de microbolhas de ar nas argamassas em seu estado fresco e são adicionadas para alterar principalmente a trabalhabilidade, pois provoca o aumento do volume de pasta, consequentemente da plasticidade. A redução de água e também da quantidade de finos são obtidas com o emprego do aditivo sem riscos de segregação ou exsudação da argamassa.

Ainda Bauer *et. al.* [13] alertam que o aumento da quantidade de ar incorporado reduz a resistência de aderência dos revestimentos, pois a área de contato entre a argamassa e o substrato é reduzida pela presença de bolhas de ar originadas pela incorporação de aditivo incorporador de ar.

#### Vantagens

Com o emprego da argamassa estabilizada nos canteiros de obras, Bauer *et. al.* [13] citam algumas vantagens frente a outras opções de produção de argamassa como: não há necessidade de betoneira na obra; o canteiro não necessita mais do controle de dosagem e estocagem das matérias primas para argamassa; as dosagens agora são de responsabilidade do fornecedor, o que garante mais qualidade e extingue o erro por parte de algum operário caso produzida em obra.

A produtividade aumenta, uma vez que a argamassa está pronta e no local de aplicação, terminando com a mistura e estocagem de insumos em obra; necessita de uma menor área para armazenamento, pois o material é utilizado no mesmo dia ou no dia seguinte; estocagem das caixas de forma organizada, limpa e racional; há redução de desperdício, pois a quantidade que se compra e sua distribuição para os pavimentos são controlados; não gera resíduos de mistura e sacaria para descarte.

#### Desvantagens

Uma das principais desvantagens que Bauer *et. al.* [13] citam é a falta de referência para formulação, controle e recebimento da argamassa na obra, pois não há procedimentos que especifiquem o que se deve fazer quando do recebimento. Não há também nenhum referencial normativo para especificação, uso e emprego das argamassas estabilizadas, o que torna a relação entre fornecedor e consumidor uma incógnita, pois não é claro o que se vende e o que se compra.

#### Recomendações

Grande parte das fornecedoras alertam para algumas recomendações e cuidados que devem ser tomados para utilização das argamassas estabilizadas. As principais são: a argamassa que será utilizada no dia ou no turno seguinte ao

recebimento, completar a caixa de estocagem com uma lâmina de água entre 15 a 20 mm; drenar a lâmina de água e homogeneizar a argamassa antes da aplicação; não misturar argamassas de lotes distintos; manter em local apropriado fora de intempéries e não adicionar outros produtos à argamassa estabilizada.

### III. MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta seção vamos descrever os procedimentos usados para realização deste trabalho, com o objetivo de blá blá blá.

#### A. Materiais

Para o desenvolvimento deste estudo, foi utilizada uma amostra de argamassa estabilizada, a qual foi coletada em uma obra situada na cidade de Porto Alegre/RS, com tempo máximo de utilização de 36 horas. Para o estudo a amostra foi dividida em dois recipiente de 18 litros, sendo adicionando à superfície de um recipiente uma lâmina de 20 mm de água, e o outro ficou exposto naturalmente – sem lâmina de água. As amostras permaneceram por 24 horas no Laboratório de Materiais de Construção Civil da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS). Posteriormente, foram realizadas as moldagem dos corpos de prova e aplicação em quatro (04) painéis teste de bloco cerâmicos. A Figura 2 apresenta as formas de armazenamento da argamassa estabilizada.

**Figura 2 – Armazenamento da argamassa estabilizada**



**Fonte: Autores**

Anterior à aplicação das argamassas, dois (02) painéis teste foram pré-saturados, ou seja, foram molhados superficialmente com trincha e outros dois (02) permaneceram secos – condição ambiente.

Para cada argamassa, foram moldados nove (09) corpos de prova prismáticos de 4 x 4 x 16 cm, conforme o procedimento descrito na NBR 13279 [14] sendo três (03) destinados ao ensaio de absorção de água e seis (06) ao ensaio de tração na flexão e à compressão aos 7 e 28 dias.

Os painéis cerâmicos para teste tiveram a aplicação de argamassa estabilizada para a determinação da resistência de aderência à tração, conforme a NBR 13528 [8] aos 28 dias de idade.

#### B. Métodos

##### *Determinação do índice de consistência*

A caracterização no estado fresco deu-se pelo índice de consistência, conforme descrito no item 5.3 da NBR 13276 [15]. A Figura 3 apresenta a verificação do índice de

consistência da argamassa argamassa estabilizada.

**Figura 3 - Índice de Consistência**



**Fonte: Autores**

##### *Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão*

Com os corpos de prova prismáticos moldados, determinou-se a resistência à tração na flexão descrito no item 5.2.2 da NBR 13279 [14]. Este ensaio, ilustrado na figura 4, consiste na determinação dessa grandeza.

**Figura 4 - Determinação da resistência à tração na flexão**



**Fonte: Autores**

A ruptura à tração na flexão resulta no seccionamento do corpo de prova em duas partes. Cada metade é então ensaiada à compressão. Para a realização do ensaio de compressão, foi seguido o descrito no item 5.5.3 da NBR 13279 [14]. A Figura 5 ilustra o ensaio realizado.

**Figura 5 - Determinação da resistência à compressão**



**Fonte: Autores**

##### *Determinação da absorção de água*

Para realização deste ensaio, seguiu-se a NBR 9778 [16], sendo os três corpos de prova moldados para cada argamassa imersos em um tanque com água para total saturação. Após este processo, realizou-se a determinação de massa saturada e

massa aparente, com o auxílio de balança hidrostática. Posteriormente, as amostras foram colocadas em estufa para secagem e pesadas para determinação da massa seca do material. Com cada peso, se determina a absorção de água, massa específica e porosidade aparente de cada corpo de prova.

#### Determinação da resistência de aderência

A partir da aplicação das argamassas nos quatro (04) painéis de teste, o ensaio de aderência à tração conforme a NBR 13528 [8] foi realizado aos 28 dias de idade. O revestimento de argamassa estabilizada foi aplicado em camada única com 20 mm de espessura executada com auxílio de gabarito lateral apresentado na Figura 6.

Figura 6 - Aplicação do revestimento



Fonte: Autores

Salienta-se que os blocos cerâmicos utilizados são pertencentes à uma única amostra, ou seja, de um mesmo lote. Também, a aplicação da argamassa foi realizada apenas por um operário, a fim de minimizar a influência nos resultados.

Na idade de 28 dias, em cada painel teste foram realizados seis (06) cortes com serra diamantada, tipo copo, até o substrato cerâmico. A Figura 7 apresenta a disposição dos furos no painel argamassado.

Figura 7 – Disposição dos corpos de prova



Fonte: Autores

Após a consecução dos furos, foram colados dispositivos metálicos (bolachas) com resina à base de epóxi para viabilizar a tração dos corpos de prova assim isolados.

## IV. ANÁLISE DE RESULTADOS

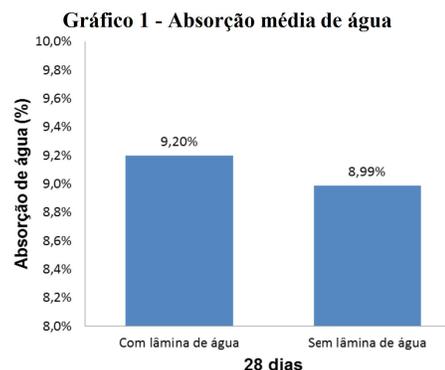
### A. Índice de consistência

A fim de analisar a trabalhabilidade e a fluidez da argamassa em estudo foi determinado o índice de consistência.

Após, a estocagem por 24 horas no laboratório, a argamassa disposta com e a sem lâmina de água, apresentam índice de consistência na faixa de  $180 \pm 5$  mm, ou seja, na mesma faixa de consistência.

### B. Absorção de água

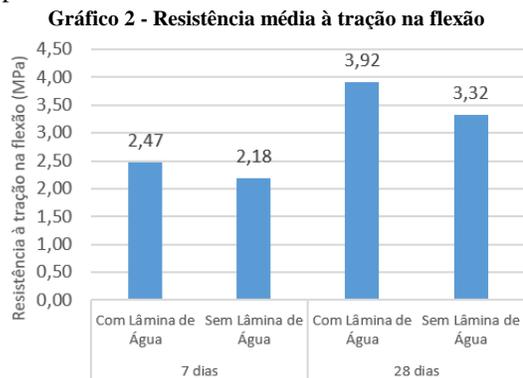
O Gráfico 1 apresenta os resultados da absorção média de água dos três (03) corpos de prova ensaiados aos 28 dias de idade.



Com base nos resultados apresentados no Gráfico 1 é possível verificar que a argamassa estabilizada armazenada com a película de água tem valor médio levemente superior.

### C. Resistência à tração na flexão e à compressão axial

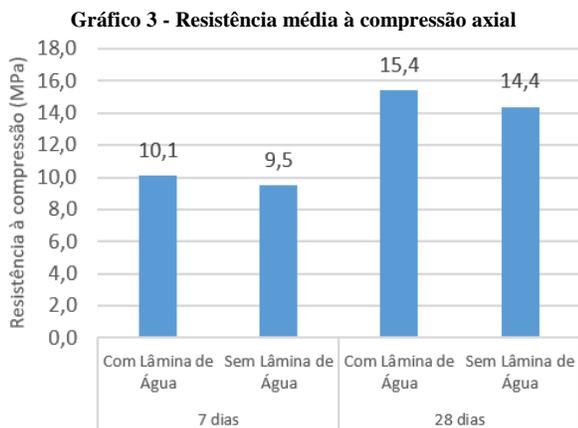
A partir da realização dos ensaios regidos pela NBR 13279 [14] foi possível calcular a resistência à tração na flexão e à compressão axial das duas argamassas estudadas. Os Gráficos 2 e 3 apresentam os resultados obtidos nos ensaios.



Analisando o Gráfico 2 é possível identificar que a argamassa estabilizada com lâmina de água apresentou resistência de tração na flexão aos 7 e aos 28 dias superior, com 0,29 MPa e 0,60 MPa de diferença respectivamente. Diante disso, pode-se evidenciar que a ausência da lâmina de água na superfície da argamassa, reduziu a resistência à tração na flexão.

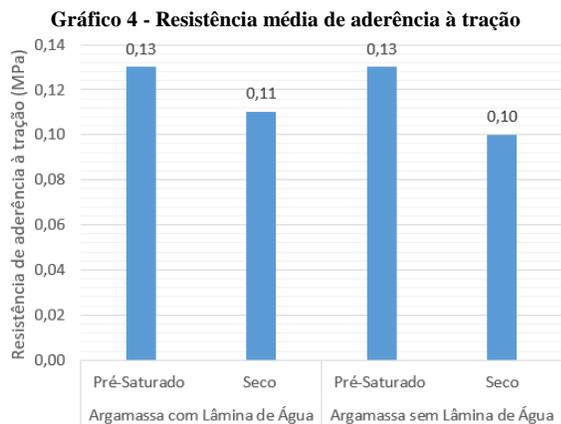
No Gráfico 3 percebe-se que a argamassa estocada com a lâmina de água apresentou resistência média à compressão aos 7 e aos 28 dias superior em relação a argamassa estocada naturalmente, com 0,60 MPa e 1,00 MPa de diferença, respectivamente. Através dos resultados obtidos na resistência à compressão, visualiza-se o mesmo efeito apresentado na

resistência à tração na flexão, ou seja, há redução da resistência.



#### D. Resistência de Aderência à Tração

O Gráfico 4 apresenta os resultados obtidos para os ensaios de aderência à tração.



De acordo com a NBR 13749 [9] a resistência mínima de aderência à tração para revestimentos internos e externos, respectivamente, é de 0,20 MPa e 0,30 MPa. Conforme o Gráfico 4 é possível perceber que as ambas argamassas independentes de o substrato estar pré-saturado ou seco apresentaram valores abaixo do exigido pela referida norma. A argamassa estocada com lâmina de água e sem lâmina de água, ambas com substrato pré-saturado apresentaram resistência de aderência à tração de 0,13 MPa, já com substrato seco, respectivamente, obtiveram resistência de aderência à tração de 0,11 MPa e 0,10 MPa. A constatação da redução da resistência mecânica (tração na flexão, compressão e aderência) pode estar ligada a falta de água na hidratação do cimento Portland, pois se não há lâmina de água na superfície da argamassa é facilitado a evaporação de parte da água de amassamento da mistura. Outro fato a ser considerado é que o substrato por estar seco, contribui com maior sucção da água presente no amassamento da argamassa, agravando a falta de água para a hidratação do cimento Portland.

O plano de ruptura à tração da argamassa estocada com

lâmina de água e com substrato pré-saturado, obteve 70% das ruptura na interface entre o substrato e a argamassa, 29% na argamassa. A argamassa sem lâmina de água e substrato pré-saturado apresentou 56% de ruptura na interface substrato e argamassa e 44% na própria argamassa.

Com substrato seco e argamassa estocada com lâmina de água, apresentou em 88% das amostras plano de ruptura na interface substrato e argamassa e 11% na própria argamassa de revestimento e a argamassa sem lâmina de água e substrato seco, em 64% das amostras a ruptura ocorreu na interface substrato com argamassa e 36% na própria argamassa de revestimento.

## V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos ensaios acima descritos é possível elucidar as considerações gerais, quanto à:

**Trabalhabilidade:** medida por meio do índice de consistência é possível afirmar que a trabalhabilidade se manteve a mesma entre as duas argamassas. A indicação, portanto, da adição de água para estabilização não fez diferença, pois encontram-se na mesma faixa de variação. Entretanto a argamassa de revestimento não apresenta trabalhabilidade adequada visto que a NBR 13276 [15] menciona que deve um índice de consistência de no mínimo 260 mm, enquanto os valores obtidos ficaram em aproximadamente 180mm.

**Resistência à tração na flexão:** é possível afirmar que a resistência da argamassa acondicionada com lâmina de água aos 7 dias é superior argamassa sem lâmina de água, apresentando 0,29 MPa aumento de 11,7%. Já aos 28 dias essa diferença aumentou para 0,6 MPa, equivalente a 15,3%, evidenciando que a adição da lâmina de água para estocagem altera a resistência no estado endurecido.

**Resistência à compressão axial:** após obtenção dos resultados pôde-se confirmar que a resistência da argamassa acondicionada com lâmina de água aos 7 dias é superior a estocada sem lâmina de água, apresentando 0,6 MPa de diferença um aumento de 5,94%. Já aos 28 dias essa diferença aumentou para 1 MPa, equivalente a 6,50%, evidenciando a importância da lâmina de água na resistência no estado endurecido.

**Absorção de água:** com base nos resultados é possível afirmar que não há diferenças na absorção de água, pois os valores são próximo, ou seja, dentro da mesma faixa de variação.

**Resistência de aderência à tração:** a partir da análise dos resultados pode-se afirmar que a utilização do substrato pré-saturado teve influência na resistência de aderência à tração. Em ambas as formas de estocagem (com e sem lâmina de água) verificou-se o aumento da resistência de aderência devido ao fato de o substrato pré-saturado, não retirando assim a água presente na argamassa de revestimento favorecendo a maior hidratação do cimento Portland da mistura. Já quando aplicado no substrato seco, os valores de resistência de aderência à tração foram menores, sendo esse decréscimo

ligado ao fato de que a argamassa perde água por sucção para o substrato seco.

Ressalta-se que para este estudo a aplicação da argamassa diretamente sobre o bloco cerâmico deu-se para eliminar possíveis variáveis do ensaio, como por exemplo, outras formas de ruptura/interface (bloco cerâmico/argamassa de chapisco; na argamassa de chapisco ou na argamassa de chapisco/argamassa de emboço), ademais, diversas construtoras na região sul do país optam por eliminar a argamassa de chapisco da execução do sistema de revestimento.

## VI. REFERÊNCIAS

- [1] CARASEK, H. Materiais de construção civil e princípio de ciência e engenharia de materiais. São Paulo, IBRACON, 2007.
- [2] SABBATINI, F. H. Tecnologia de execução de revestimentos de argamassas. Campinas, 1990. Simpósio de aplicação da tecnologia do concreto, 13°. Campinas 1990.
- [3] RECENA, F. A. P. Conhecendo argamassa. Porto Alegre, 2012.
- [4] BAUER, E.; RAMOS, D.V.M.; SANTOS, C.C.N.; PAES, I.L.; SOUSA, J.G.G.; ALVES, N.J.D.; GONÇALVES, S.R.; LARA, P.L.O. Revestimentos de argamassa: Características e peculiaridades. Brasília, 2005.
- [5] MACIEL, L. L.; BARROS, M. M. S. B; SABBATINI, F. H. Recomendações para a execução de revestimentos de argamassa para paredes de vedação internas e exteriores e tetos. São Paulo, 1998.
- [6] NAKAKURA, E.H.; CINCOTTO, M.A. Análise de requisitos de classificação de argamassas de assentamento e revestimento. São Paulo, 2004.
- [7] BASTOS, P. K. X. Retração e desenvolvimento de propriedades mecânicas em argamassas de revestimento. ANTAC. Porto Alegre, 2001.
- [8] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13528: Revestimento de paredes de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração. Rio de Janeiro, 2010.
- [9] \_\_\_\_\_.NBR 13749: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação. Rio de Janeiro, 2013.
- [10] SEGAT, G.T.; Manifestações patológicas observadas em revestimentos de argamassa: estudo de caso em um conjunto habitacional na cidade de Caxias do Sul (RS). Caxias do Sul, 2005.
- [11] TOKUDOME, N. Concreto Estabilizado. <<http://www.cimentoitambe.com.br/concreto-estabilizado/>> (último acesso em 14/09/2015).
- [12] HERMAN, A.; ROCHA, J.P.A. Pesquisa de viabilidade da utilização da argamassa estabilizada modificada para revestimento sem a necessidade de aplicação do chapisco, Pato Branco, 2013.
- [13] BAUER, E.; REGUFFE, M.; NASCIMENTO, M. L. M.; CALDAS, L.R. Requisitos das argamassas estabilizadas para revestimento. Porto Alegre, 2015. Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas – SBTA. Porto Alegre/RS 2015.
- [14] 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, 2005.
- [15] \_\_\_\_\_.NBR 13276: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Preparo da mistura e determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro, 2005.
- [16] \_\_\_\_\_.NBR 9778: Argamassa e concreto endurecidos – Determinação da absorção de água por imersão – Índice de vazios e massa específica. Rio de Janeiro, 2005.