



6 a 8 de outubro de 2010 - Canela RS

ENTAC 2010

XIII Encontro Nacional de Tecnologia
do Ambiente Construído

AVALIAÇÃO COMPARATIVA DA PERDA DE ÁGUA DA ARGAMASSA PARA DIFERENTES BASES

**Angelo Just da Costa e Silva (1); João Manoel de Freitas Mota (2); Fred Rodrigues
Barbosa (3); José Orlando Vieira Filho (4)**

(1) Universidade Católica de Pernambuco, Rua do Príncipe 526, Boa Vista, 50050-900, Recife,
Pernambuco - e-mail: angelo@tecomat.com.br

(2) Faculdade do Vale do Ipojuca, Av. Adjar da Silva Casé, 800, Indianópolis, 55024-901.
Caruaru, Pernambuco - e-mail: joao@vieiramota.com.br

(3) Faculdade do Vale do Ipojuca, Av. Adjar da Silva Casé, 800, Indianópolis, 55024-901.
Caruaru, Pernambuco - e-mail: fredrbarbosa@ig.com.br

(4) Universidade Católica de Pernambuco, Rua do Príncipe 526, Boa Vista, 50050-900. Recife,
Pernambuco - e-mail: zeorlando@unicap.br

RESUMO

As argamassas cimentícias aplicadas como revestimento em áreas internas e externas sofrem influência de diferentes fatores determinantes para o seu desempenho ao longo da existência, em especial as condições de exposição ambiental (temperatura, umidade, vento, insolação) e também da base de aplicação (rugosidade, avidez por água). O presente estudo apresenta uma pesquisa experimental comparativa para avaliação da perda de água de argamassas mistas de cimento aplicadas sobre três diferentes tipos de base: blocos cerâmicos, blocos de concreto e placas de concreto, todas submetidas a uma mesma condição de exposição durante todo o tempo de avaliação. Os resultados obtidos demonstraram de maneira evidente a diferença de comportamento da argamassa quando submetida a bases com diferentes níveis de absorção de água, o que deve contribuir para adequação da dosagem empregada às referidas condições.

Palavras-chave: absorção de água, perda de água, argamassas.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, é cada vez mais discutida no meio científico a necessidade de uma avaliação das propriedades das argamassas no estado fresco, que possibilite a real caracterização do comportamento. Esta caracterização deve envolver e relacionar os parâmetros tradicionalmente conhecidos como, por exemplo: condições de trabalhabilidade, consistência, plasticidade, dentre outros. Neste sentido, uma das possibilidades de novas discussões está baseada na aplicação de conceitos pertencentes ao estudo do comportamento reológico do material em diferentes tipos de base.

1.1 Argamassas – conceituação básica

As argamassas mistas empregadas como elementos de revestimento são formadas a partir da mistura, em proporções adequadas, de agregados, aglomerantes e água. Em geral, essas composições podem ser segmentadas em partículas sólidas (agregados) envolvidas em um líquido viscoso (pasta). Logo após a adição de água, a mistura entra no seu estado plástico, que dura cerca de 2 a 3 horas, momento em que começa a endurecer até atingir a sua maturidade em termos de resistência mecânica e durabilidade com o passar do tempo.

Interessante destacar que, ao contrário do concreto, a argamassa é submetida a solicitações diversas durante a produção, enquanto se encontra no seu estado fresco. O lançamento efetuado pelo operário, por exemplo, ocorre quando a argamassa se apresenta no início da mistura do cimento com a água, enquanto que a etapa de regularização, ou nivelamento, acontece quando a mesma já evoluiu o seu enrijecimento, permitindo a passagem da régua de sarrafeamento sem a queda de material. Por fim, o desempenho acontece no momento em que o fluxo da pasta presente na argamassa para a base e a perda da água excedente na mistura para o ambiente estão em desenvolvimento, provocando a secagem superficial do conjunto e permitindo, com isso, essa operação de acabamento.

Como se pode perceber, por conta da evolução do seu comportamento reológico durante o estado fresco a argamassa consegue ser “trabalhada” com diferentes tipos de solicitação (lançamento, regularização e acabamento) durante a produção. Dentre alguns dos fatores que influenciam na evolução desse comportamento encontra-se a base, em especial a sua avidez por água, responsável pela maior ou menor velocidade de sucção da pasta, variável que é estudada no presente trabalho.

1.2 Aspectos relativos à perda de água da argamassa

A perda de água da argamassa, seja para a base ou para o ambiente, depende, essencialmente, das condições de exposição, da avidez por água da base, e da capacidade de retenção dessa água pela própria argamassa. É interessante destacar que, na grande maioria das situações, a quantidade de água adicionada na mistura é bastante superior àquela necessária para hidratar o cimento, porém é de fundamental importância para permitir um adequado espalhamento na base, favorecendo o sua trabalhabilidade.

Em ambientes com maiores níveis de temperatura, insolação direta e ventilação intensa, é natural se esperar uma maior perda da água excedente presente na mistura. Tal situação é observada quando se aplica argamassa em áreas externas (fachadas) e em cidades e épocas do ano mais quentes, agravado, ainda, em regiões onde há baixa umidade relativa do ar.

Já sucção para a base se dá devido à tensão capilar (tensão existente devido à diferença de pressão resultante da energia livre residente na superfície líquido-gás), produzindo um fenômeno de ascensão ou descensão em um tubo capilar. Détriché et al. (1985), apud Carasek (1996), propõem a explicação desse fenômeno a partir da “teoria dos poros ativos”, modelo no qual o fluxo de água por sucção entre a argamassa e a base ocorre desde a estrutura que possua tubos capilares cilíndricos de maior diâmetro até os mais finos. Quando a argamassa se encontra no seu estado fresco, os capilares finos da base iniciam retirando a água dos capilares mais grossos da argamassa até o momento que os mesmos começam a diminuir de diâmetro, em decorrência da natural evolução da hidratação do cimento. A partir desse momento, que ocorre cerca de 2 a 3 horas após a primeira mistura com a água, entende-se que perda de água passa a ocorrer apenas por evaporação.

Por fim, a argamassa que não possuir capacidade adequada de retenção de água, além de ter afetado o seu manuseio, terá prejudicada a qualidade do revestimento, em face da dificuldade de hidratação do cimento e da carbonatação natural da cal hidratada. A retenção de água pela argamassa depende da sua capacidade de reter o líquido em excesso presente na mistura, sendo bastante influenciada pela

natureza e características dos poros. Vale ressaltar que o deslocamento de um líquido em um meio granular é função da finura destas partículas e, conseqüentemente, de sua superfície específica, bem como de seu poder de adsorção.

2 OBJETIVO

O objetivo deste artigo é analisar, por meio de um estudo experimental, a influência das características de absorção de água dos materiais da base na perda da água excedente da mistura presente na argamassa.

3 METODOLOGIA

A absorção da pasta da argamassa pela base foi efetuada a partir da avaliação quantitativa da perda de água ocorrida em 24 horas de exposição em condições de laboratório de uma amostra de argamassa colante (ACI-E) aplicada sobre 3 diferentes tipos de base, a saber: substrato padrão de concreto, bloco cerâmico de vedação, e bloco de concreto de vedação.

3.1 Materiais utilizados

Para a realização do presente estudo foram empregados os materiais descritos a seguir, cujas principais características estão apresentadas em seguida:

- Bases: Bloco cerâmico de vedação, bloco de concreto de vedação e substrato padrão de concreto.

Os blocos foram coletados em armazém popular, obtidos num mesmo lote, de forma aleatória, simulando situação normal de compra. Para melhor caracterização do material foram encaminhados 4 blocos para avaliação dimensional (Figura 1) e ensaios de índice de absorção de água e da taxa inicial de absorção (IRA).

Para os ensaios de absorção, inicialmente colocaram-se os 4 blocos na estufa por 24h, à temperatura variando entre 100°C e 110°C. O ensaio de absorção foi executado em conformidade com a norma NBR 15310 (ABNT, 2005) e o ensaio de taxa inicial de sucção foi executado em conformidade com a norma ASTM C-67. Os resultados médios das amostras são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultados de caracterização dos blocos cerâmicos e de concreto

	<i>Método de ensaio</i>	<i>Bloco de concreto</i>	<i>Bloco cerâmico</i>
Absorção total de água	NBR 15310 (2005)	8,0%	14,52%
Taxa inicial de sucção	ASTM C-67	25,5 g/cm ² /min	12,49 g/cm ² /min
Resistência à compressão	NBR 7184 (1992)	11,0MPa	2,85MPa

Os substratos padrão de concreto utilizados na pesquisa foram adquiridos junto à ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland), normalmente empregados para a realização dos ensaios de caracterização de argamassas colantes, cujas principais características, conforme descrito na NBR 14.082 (ABNT, 2005) são: volume de água absorvido inferior a 0,5 cm³, em um intervalo de 4h com colocação da água em cachimbo de vidro colado na superfície; e resistência de aderência à tração superficial, no mínimo, igual a 2,0MPa. Ainda segundo essa norma, o substrato deve ser preparado com cimento Portland tipo CPV, a relação água/cimento adotada na dosagem pode ser de 0,45 a 0,50, o que deve proporcionar uma resistência característica à compressão não inferior a 35MPa, com uma proporção sugerida de 1:2,6:1,3 (cimento : areia : agregado graúdo).



Figura 1 – Imagem dos blocos cerâmicos ensaiados quanto à absorção de água inicial.

- Argamassa: Argamassa colante tipo ACI-E, obtida junto a fornecedor da região, cujas principais características estão descritas na Tabela 2.

Tabela 2 - Resultados de caracterização da argamassa colante

	<i>ACI-E (medido)</i>	<i>ACI-E (critério normativo)</i>
Tempo em aberto	$\geq 25\text{min}$	$\geq 25\text{min}$
Resistência de aderência		
Cura normal	0,56MPa	$\geq 0,5\text{MPa}$
Cura submersa	0,65MPa	$\geq 0,5\text{MPa}$
Deslizamento	0,1mm	$< 0,7\text{mm}$

3.2 Descrição dos ensaios

O método de ensaio empregado utilizado não atende procedimento descrito em alguma normalização específica, porém foi adotado tomando como referência estudo similar apresentado por Bastos e Cincotto (2002).

O ensaio foi efetuado a partir da colocação da argamassa colante sobre três diferentes bases cortadas com dimensões de (12x12)cm, a qual permaneceu exposta às condições de laboratório (temperatura de $(22\pm 2)^{\circ}\text{C}$, $85\% < \text{UR} < 95\%$) durante 24 horas. Para cada base diferente foram preparadas 3 amostras, totalizando 9 corpos-de-prova para estudo (Figura 2).

Inicialmente, foi efetuada nas bases uma escovação para remoção de poeira e partículas soltas, seguido da pesagem e colocação na estufa à temperatura de 105°C por um período de 24h. Concluído o prazo, efetuou-se a pesagem de todas as amostras a fim de determinar o peso seco de cada base, antes da colocação da argamassa colante.

Em seguida, foi colocado papel filtro, normalmente utilizado para os ensaios diversos em geotecnia, a fim de facilitar a posterior remoção da argamassa e permitir a pesagem individualizada de cada componente (bloco e argamassa). Após a colocação da argamassa, realizada com auxílio de molde metálico com dimensões de (10x10)cm, aplicou-se um peso padrão de 2kg sobre a amostra durante 10 minutos, com o intuito de homogeneizar a carga atuante (Figura 3).

Em cada fase das etapas de realização do estudo foram efetuadas pesagens diversas, tanto do conjunto (base + argamassa (na condição inicial, e após 24 horas)), quanto dos materiais individualmente (base e argamassa). Para as pesagens foram utilizadas balanças eletrônicas com capacidade nominal de carga compatível com os pesos medidos em cada situação (Figura 4 e Figura 5).



Figura 2 - Detalhe das diferentes bases utilizadas para o estudo.

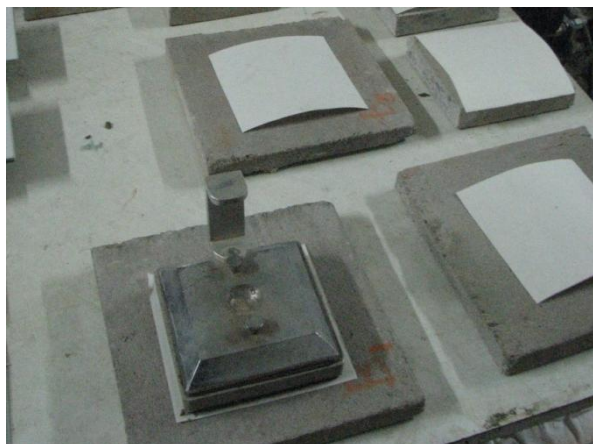


Figura 3 - Detalhe das amostras com papel filtro e colocação da argamassa com peso padrão.



Figura 4 - Aspecto das amostras imediatamente antes da pesagem final.



Figura 5 - Pesagem da amostras do conjunto, logo após a colocação da argamassa.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Conforme anteriormente comentado, os resultados e as considerações efetuadas no presente estudo se baseiam nas pesagens diversas efetuadas durante as diferentes fases de estudo, variáveis de acordo com as diferentes condições de ensaio adotadas. A Tabela 3 indica, de forma sumarizada, os principais resultados encontrados.

Tabela 3 – Valores médios das amostras obtidos nas pesagens (em gramas)*

	<i>Substrato padrão de concreto</i>	<i>Bloco de concreto</i>	<i>Bloco cerâmico</i>
Base inicial	855	1525	436
Conjunto (Arg + base + filtro) inicial	1241	1904	832
(Arg + filtro) após 24h	376	369	383
Base após 24h	864	1533	449
Conjunto (Arg + base + filtro) após 24h	1240	1903	832
Absorção de água pela base	1,1%	0,5%	3,1%
Perda de água para o ambiente	0,05%	0,06%	0,07%

* Os valores apresentados resultam da média obtida em 3 amostras ensaiadas para cada tipo de base. Conforme verificado, as diferenças encontradas no peso das bases medido na condição inicial, e após 24 horas, resultaram em valores distintos, indicando influência da base nessa propriedade (Figura 6). Para o cálculo da absorção de água pela base, adotou-se a expressão apresentada em Equação 1.

$$Abs \text{ água pela base (\%)} = \frac{Base \text{ após } 24 \text{ h} - Base \text{ inicial}}{Base \text{ inicial}} \times 100 \quad (\text{Equação 1})$$

A maior diferença de peso, indicativa de uma maior absorção de água pela base, foi observada no caso dos blocos cerâmicos, com média 3,06%, seguido do substrato padrão de concreto, com 1,07% e, por fim, do bloco de concreto, com 0,53%.

Os resultados encontrados contrastam com outras pesquisas já publicadas a respeito do assunto, tal como o trabalho de Scartezini (2002), no qual a resistência de aderência obtida com blocos cerâmicos apresentou valores inferiores aos dos blocos de concreto estudados, indicando maiores valores de absorção de água pelos blocos de concreto, naquele caso.

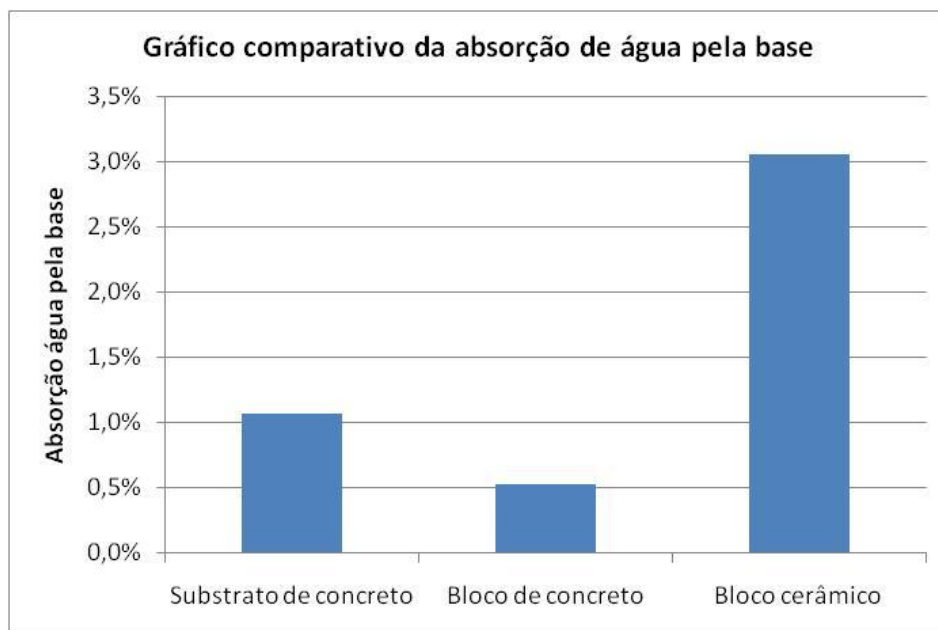


Figura 6 - Gráfico com indicação dos resultados de absorção de água pela base.

Entretanto, é fundamental destacar que o bloco de concreto utilizado no presente estudo é de alvenaria estrutural, com resistência à compressão (estimada do lote) de 10MPa, o que reduz de forma sensível a sua porosidade e também a sua permeabilidade. Aspecto importante nessa análise é que o cálculo da resistência à compressão nesses blocos é efetuado a partir da relação entre a carga de ruptura e a área líquida de suporte. Com isso, como os vazios chegam a 50% da área bruta, o concreto utilizado para a confecção desses blocos deve possuir uma resistência mínima de 20MPa para atender ao referido requisito, dificultando ainda mais a penetração da pasta da argamassa no seu interior.

Além disso, foram empregados blocos cerâmicos de vedação, com baixos valores de resistência mecânica, indicativos de uma menor qualidade e maior permeabilidade para a entrada da água e da pastas de argamassa.

No caso do substrato padrão de concreto, apesar do seu maior nível de resistência mecânica, que poderia proporcionar menor perda de água pela argamassa, acredita-se que a sua elevada rugosidade superficial macroscópica possa ter contribuído para o aumento do valor de absorção encontrado em comparação com o bloco de concreto. Destaca-se que a superfície dos blocos estudados é bastante lisa por conta dos aditivos utilizados na sua fabricação com o objetivo de facilitar a retirada adequada dos moldes, que ocorre com a mistura ainda fresca.

Por fim, com base nas diferenças de peso medidas entre o conjunto (argamassa + papel filtro + base) nas condições inicial e final, que representa a perda de água ocorrida para o ambiente, foram muito pequenas em comparação com a perda de água para base, inclusive com valores próximos entre as bases distintas (em torno de 0,05%), razão pela qual foram considerados desprezíveis. Esse comportamento já era esperado pelo fato das amostras terem ficado apenas 24 horas “em aberto”, e expostas em condições idênticas controladas de laboratório (temperatura, umidade e insolação).

5 CONCLUSÕES

Após a análise dos resultados obtidos nos ensaios, podem-se apresentar alguns comentários de caráter geral e específicos com relação à absorção de água da argamassa pelos diferentes tipos de base, como relatado a seguir:

- O tipo de base utilizado no sistema de revestimento de argamassa apresentou influência significativa no fluxo da pasta entre esses elementos, o que pode influenciar também na capacidade de aderência à tração do sistema;
- Conforme já observado em outras pesquisas similares, os blocos cerâmicos apresentaram maiores níveis de absorção de pasta da argamassa, o que reforça a ideia do seu melhor

comportamento quanto à aderência de revestimentos argamassados, em comparação com outros tipos de base;

- A técnica de avaliação da perda de água para a base a partir de medição de diferenças em peso das amostras secas e úmidas mostrou-se eficiente para o entendimento do comportamento da argamassa nas condições do estudo.

É preciso frisar que os resultados encontrados na presente pesquisa devem ser restritos às condições e materiais utilizados, não se podendo generalizar para outras situações. Assim, entende-se que as discussões ora apresentadas devem servir como mais um parâmetro de discussão nas variáveis envolvidas no estudo da aderência entre revestimentos argamassados e diferentes tipo de base.

6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14082**: Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas - Execução do substrato-padrão e aplicação de argamassa para ensaios. Rio de Janeiro, 2005a.

_____. **NBR 14081**: Argamassa colante industrializado para assentamento de placas cerâmicas - Requisitos. Rio de Janeiro, 2005b.

_____. **NBR 7184**: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 1992.

_____. **NBR 15310**: Componentes cerâmicos - Telhas - Terminologia, requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2005.

BASTOS, Pedro K. X.; CINCOTTO, Maria Alba. Influência da sucção de água pelo substrato na resistência à tração e no módulo de deformação de argamassas de revestimento. In: ENTAC - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2002, Foz do Iguaçu. ENTAC 2002. Porto Alegre : ANTAC, 2002.

Carasek (1996), CARASEK, H. Aderência de argamassa à base de cimento Portland a substratos porosos – avaliação dos fatores intervenientes e contribuição ao estudo do mecanismo da ligação. São Paulo, 1996. Tese (Doutorado) – EPUSP – Universidade de São Paulo.

SCARTEZINI, L.M.B. Influência do tipo e preparo do substrato na aderência dos revestimentos de argamassa: estudo da evolução ao longo do tempo, influência da cura e avaliação da perda de água da argamassa fresca. Goiânia, 2002. Dissertação (Mestrado) – CMEC – Universidade Federal de Goiás.