

# Argamassas de gesso

## Vanderley Moacyr John

Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP  
vanderley.john@poli.usp.br

## Rubiane Paz do Nascimento Antunes

Departamento de Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP  
rubiane.antunes@poli.usp.br

Recebido em 10/07/1998, aceito em 27/03/2002

O presente artigo trata sobre o emprego de argamassas de gesso como revestimentos de alvenarias e estruturas de concreto. Neste sentido, pretende discutir o estado-da-arte da pesquisa nesta área, analisando tanto resultados originais quanto os apresentados através dos experimentos realizados. O gesso utilizado neste trabalho atende às especificações das normas brasileiras quanto às propriedades físicas do pó e da pasta. No tocante à composição química, apenas o teor de  $SO_3$  (53,7%) se apresentou um pouco abaixo do especificado pela NBR 13207 (> 55,0%). Foi utilizada nos ensaios uma areia fina com as seguintes características: dimensão máxima característica de 2,4mm, massa unitária de 1,64Kg/dm<sup>3</sup>, massa específica de 2,65Kg/dm<sup>3</sup>. Foi realizado um experimento fatorial 2<sup>3</sup>, com duas repetições, considerando os fatores relação água/gesso e proporção gesso: agregado, sempre em massa. Para todas as misturas foram medidas as variáveis: consistência, pelo aparelho de Vicat modificado, e tempo de início pega, ambos conforme a ASTM C 472 (ASTM, 1993). Verificou-se a influência de teor de agregado na consistência, no início de pega e na resistência de aderência. Através dos resultados considerou-se que as argamassas de gesso são viáveis do ponto de vista da resistência de aderência.

*Palavras-chave: gesso; argamassa; revestimento de argamassa; revestimento de parede; revestimento de estrutura de concreto*

This article is concerned with the use of gypsum plaster as wall and concrete structure lining. It discusses state-of-art research in this theme, analysing both previous studies and experimental results carried out by the authors. The gypsum used in this study was manufactured according to Brazilian standard specifications on the physical properties of gypsum powder and paste. Regarding the chemical composition, only the  $SO_3$  (53.7%) level was below the NBR 13207 specifications (> 55.0%). The fine sand used had the following characteristics: maximum characteristic dimension of 2.4 mm, unitary mass of 1.64 Kg/dm<sup>3</sup>, specific mass of 2.65Kg/dm<sup>3</sup>. The experiments followed a 2<sup>3</sup> factorial design, with two repetitions, considering as factors the water/plaster ratio and the gypsum/aggregate ratio, both in mass. The following parameters were measured for each mixture: texture measured by modified Vicat apparatus, and time to the beginning of the setting, both according to ASTM C 472 (ASTM, 1993). The aggregate level influenced texture, the beginning of the setting, and adherence resistance. The results showed that gypsum plaster is feasible in terms of adherence resistance.

*Keywords: gypsum, mortar, plaster, wall lining, concrete structure lining*

## Introdução

Este trabalho discute, à luz de resultados experimentais, o emprego de argamassas de gesso como revestimentos de alvenarias e estruturas de concreto.

A antiga norma de revestimentos de argamassa NBR 7200 (ABNT, 1982) previa a utilização de argamassa mista, de gesso e cal hidratada, provavelmente por influência da normalização internacional. Entretanto, o emprego de *argamassas de gesso* como revestimento não é comum no mercado brasileiro<sup>1</sup>, apesar do emprego de revestimentos em pasta de gesso ter se tornado bastante generalizado, ao

menos na região sudeste. A adição de agregados certamente viabilizará a redução do custo deste tipo de revestimento.

Pelo menos três pesquisas sobre o tema foram publicadas no Brasil. Pires Sobrinho e Horowitz (1987) é provavelmente a pioneira. A realizada por Dias (1994) é certamente a mais extensa. A esta pesquisa seguiu-se a de Delgado e Pires Sobrinho (1997). Por outro lado, pouco ou nada foi publicado internacionalmente sobre o tema.

Este trabalho pretende discutir o estado-da-arte da pesquisa nesta área, analisando tanto resultados originais quanto os apresentados pelos autores antes mencionados. O trabalho de Melo et al. (1997), que analisa o efeito da adição de *filer* carbonato em pastas, por suas especificidades, não será incluído nesta análise.

<sup>1</sup> Recentemente algumas empresas passaram a fornecer serviços de revestimento de argamassas de gesso aditivadas (BEICHEL, 1997)

## Argamassas de gesso normalizadas

O emprego de *argamassas de gesso* está consolidado na normalização internacional. As normas ASTM C 28-92 (ASTM, 1992) e ASTM C 842-85 (ASTM, 1990) estabelecem que as argamassas de gesso para aplicação em alvenaria deverão apresentar um traço, em volume, de aproximadamente<sup>2</sup> 1:1 (gesso:agregado), independentemente se o agregado utilizado for perlita, vermiculita ou areia, ou, no caso da areia, 1:3 em massa. Estes traços são recomendados especificamente para argamassa de base, a ser acabada com argamassa de gesso e cal (*gypsum gauging plaster for finish coat*). Adicionalmente, esta norma especifica uma resistência à compressão superior a 2,8 MPa (ASTM, 1992) e um tempo de pega maior que 1,5h e menor que 4h para argamassa de gesso.

Já o DTU 25.1 (CSTB, 1975) recomenda argamassas de gesso para a primeira camada, sendo o acabamento superficial efetuado em pasta de gesso. Para este caso específico, o consumo de gesso especificado está entre 300 e 350 kg por metro cúbico de areia seca, equivalente a um traço em massa entre 1:4,3 e 1:5.

A norma DIN 18550 Part 2 (DIN, 1985) prevê a utilização de argamassas de gesso nos traços entre 1:1 a 1:3, gesso:agregado, em volume, bem como argamassas de gesso e cal, com as proporções entre estes aglomerantes variando de 1:20 e 1:0,5 e os teores de agregado entre 3 e 4.

A antiga versão da NBR 7200 (ABNT, 1982) especificava a utilização de argamassa de cal hidratada e gesso com traços *cal hidratada:gesso*, em volume, entre 1:0,1 e 1:0,2 para 3 ou 4 partes de agregado.

## Materiais e métodos

### Gesso

O gesso utilizado neste trabalho atende às especificações das normas brasileiras quanto às propriedades físicas do pó e da pasta. No tocante à composição química, apenas o teor de SO<sub>3</sub> (53,7%) se apresentou um pouco abaixo do especificado pela NBR 13207 (ABNT, 1994) (> 55,0%). As Tabelas de 1 a 3 apresentam a caracterização do gesso.

### Areia

Foi utilizada nos ensaios uma areia fina com as seguintes características:

- (a) dimensão máxima característica de 2,4mm;
- (b) massa unitária de 1,64Kg/dm<sup>3</sup>;
- (c) massa específica de 2,65Kg/dm<sup>3</sup>.

Sua distribuição granulométrica encontra-se apresentada

na Tabela 4.

## Planejamento experimental

O experimento foi planejado para, a um só tempo, esclarecer pontos ainda omitidos quando se analisa a bibliografia publicada e replicar de maneira independente alguns experimentos, permitindo comprovar a generalidade das conclusões citadas em diferentes publicações.

Foi realizado um experimento fatorial 2<sup>3</sup>, com duas repetições, exposto na Tabela 5, considerando os fatores relação água/gesso e proporção gesso : agregado, sempre em massa. Para todas as misturas foram medidas as variáveis: consistência, pelo aparelho de Vicat modificado, e tempo de início pega, ambos conforme a ASTM C 472 – 93 (ASTM, 1993).

Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando o programa STATISTICA versão 5.1. Todas as hipóteses básicas da análise de variância foram verificadas, como distribuição normal de resíduos e homogeneidade dos desvios. Sempre que necessário, as variáveis foram submetidas a transformações matemáticas de maneira a garantir o cumprimento destas hipóteses.

## Influência do teor de agregado na consistência

A consistência de pastas e argamassas de gesso é medida pela profundidade de penetração de um cone, realizada através do aparelho de Vicat modificado. No entanto, conforme a norma ASTM C 472 – 1993, a massa das hastas adotada na análise de pastas é diferente da adotada para argamassas (ASTM, 1993). Esta norma também estabelece profundidades de penetração diferentes para determinação de consistência normal para pastas e argamassas.

A tabela 6 resume a análise de variância da influência dos fatores teor de agregados e fator água/gesso na consistência. A influência de todos os fatores analisados foi significativa a nível de significância superior a 0,0001.

A Figura 1 (a e b) ilustra a influência do teor de agregado na consistência de misturas. Como pode ser observado, a adição de agregado provoca uma redução correspondente na penetração da sonda na argamassa. Um crescimento da relação água/gesso, por sua vez, resulta numa redução linear da penetração. O efeito do aumento da relação água/gesso é, assim, significativamente maior em argamassas do que em pasta, explicado pela menor coesão das argamassas, devido à presença da areia.

Os resultados experimentais obtidos são consistentes com os apresentados por Pires Sobrinho e Horowitz (1987) e Dias (1994).

<sup>2</sup> Admitindo-se uma massa unitária do gesso de 0,615 kg/dm<sup>3</sup> (DELGADO, PIRES SOBRINHO, 1997), o traço em volume seria de 1:1,14

Características		Método de ensaio	Exigências NBR 13207 (ABNT, 1994)	Gesso estudado
Análise química	CaO (%)	IPT	> 38,0	39,1
	SO <sub>3</sub> (%)	IPT	> 55,0	53,7
	SiO <sub>2</sub> + insol. (%)	IPT		0,29
	Água combinada (%)	IPT	4,2 – 6,2	6,03
Composição calculada (%)	Hemidrato	RILEM		92,1 a 97,3
	Anidrita	RILEM		5,2 a 0,1
	Dihidrato	RILEM		-

**Tabela 1** - Análise química do gesso

Características		Método de ensaio	Exigências NBR 12127 (ABNT, 1991a)	Gesso Estudado
Propriedades físicas do pó	Módulo de Finura	NBR 12127	< 1,1	0,17
	Massa Unitária (kg/m <sup>3</sup> )	NBR 12127	< 700	594
	Relação a/g	NBR 12128	—	0,45

**Tabela 2** - Propriedades físicas do pó

Características		Método de ensaio	Exigências NBR 12128 (ABNT, 1991b)	Gesso estudado
Propriedades <b>da</b> <b>pasta de</b> consistência normal	Início de Pega (min:s)	NBR 12128	4 a 10	8 : 40
	Fim de Pega (min:s)	NBR 12128	20 a 45	22 : 20
	Dureza (MPa)	NBR 12129	> 30,0	55,4
	Resist. Comp. (MPa)	NBR 12129	> 8,4	21,1

**Tabela 3** - Propriedades físicas da pasta

Abertura (mm)	% Retida
4,8	2
2,4	3
1,2	6
0,6	7
0,3	43
0,15	31
<0,15	8
total	100

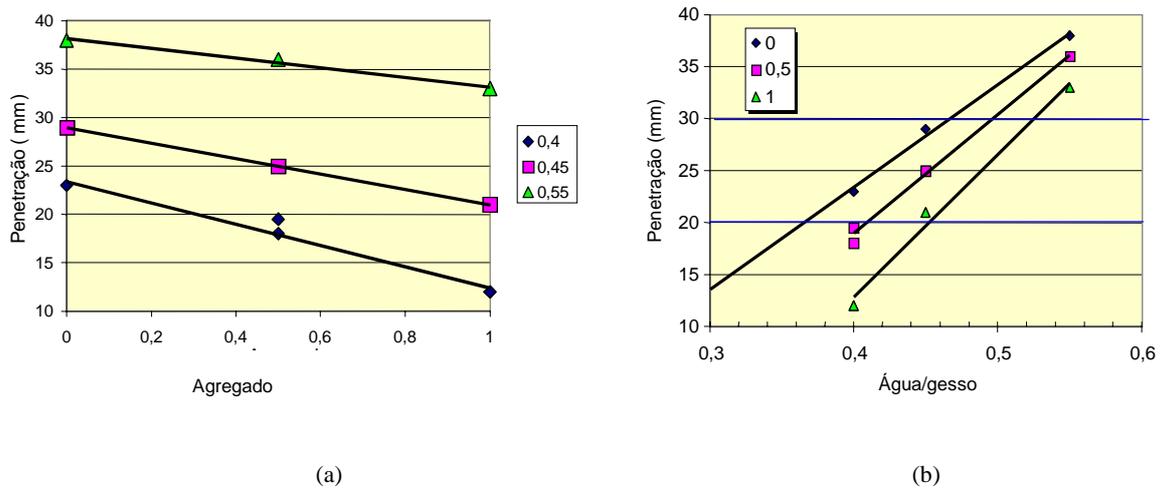
**Tabela 4** - Distribuição granulométrica (NBR7217, 1987)

Fatores	Relação	Proporção
	água / gesso	gesso : agregado
Níveis	0,4 ; 0,45 e 0,55	0 ; 0,5 e 1

**Tabela 5** - Arranjo experimental

Efeito	Grau de liberdade do efeito	Soma dos quadrados	Grau de liberdade do erro	Média quadrada	F	Nível de significância
Agregado	2	96,681	9	0,125	773,44	0,00000
Água/gesso	2	479,014	9	0,125	3832,11	0,00000
Interação	4	4,764	9	0,125	38,11	0,00001

**Tabela 6** - Análise de variância dos resultados de consistência



**Figura 1** - Influência do teor de agregado na consistência de misturas de gesso. As horizontais sobre penetrações de 20 e 30 mm na figura (b) identificam os valores correspondentes à consistência normal para argamassas e pastas, respectivamente

A Figura 2 (a) apresenta a influência do teor de agregado na relação água/gesso para uma argamassa de consistências de 20 e 30 mm. Estes valores foram obtidos por interpolação dos resultados apresentados na Figura 1 (b).

A tendência linear observada mostra que no âmbito destas argamassas é válida a lei de Lyse, desenvolvida originalmente para concreto, conforme já demonstrado por Tango et al. (1995). A mesma conclusão pode ser obtida dos dados originais de Pires Sobrinho e Horowitz (1987).

Dias (1994) estudou duas séries de argamassa, uma com

consistência normal, tal como definida pela ASTM C 472-93 (ASTM, 1993) e outra com consistência de obra, onde a relação água/gesso para cada teor de agregado foi definida por operário especializado.

Conforme pode ser observado na Figura 2 (b), a série com consistência de obra apresenta tendência perfeitamente linear, enquanto que a série de consistência normal desvia-se abruptamente da normalidade para o teor de agregado zero (pasta). Este desvio ocorre porque a definição de consistência normal pela ASTM C 472-93 (ASTM, 1993) implica não apenas na redução da massa da haste de medida, 50g para argamassa e 35g para pastas,

como também na profundidade de penetração,  $30 \pm 2$  mm para pasta e  $20 \pm 3$  mm para argamassa. A Figura 2 (a) demonstra que a mudança da massa da haste garante a linearidade entre relação água/gesso e teor de agregados de pastas e argamassas. Por outro lado, adotando-se o critério de consistência normal proposto por aquela norma o desvio da linearidade seria similar ao dos resultados apresentados por Dias (1994), conforme pode ser observado através da linha pontilhada unindo as séries 20 e 30 mm na da Figura 2 (a).

É possível concluir que não existe justificativa empírica para se adotar diferentes profundidades de penetração quando se determina a consistência normal de pastas ou argamassas, enquanto a mudança de massa da haste mostra-se perfeitamente adequada.

Finalmente, desprezando-se o dado relativo à pasta da série normal de Dias (1994), observa-se que a reta resultante é aproximadamente paralela à reta traçada a partir das relações água/gesso fixadas pelo operário especializado. Isto indica que o ensaio de Vicat modificado reflete a trabalhabilidade de maneira muito similar à real experimentada pelo operário. Trata-se, portanto, de método adequado.

Pires Sobrinho e Horowitz (1987) já haviam demonstrado

a superioridade deste método para determinação de consistência de pastas, comparativamente a um método simplificado de espalhamento, não normalizado.

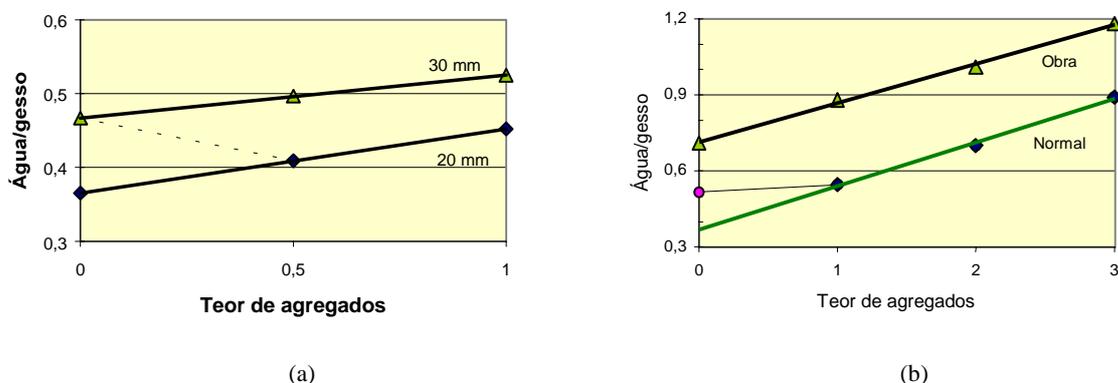
## Influência do agregado no início de pega

O tempo disponível para aplicação de revestimentos de gesso é função dos tempos de início e de fim de pega.

A Tabela 7 apresenta os resultados da análise de variância da raiz quadrada do tempo de início de pega. O efeito do agregado e da relação água/gesso são significativos a nível de confiança superior a 97%. Já a interação entre estes fatores não pode ser considerada significativa.

Mantida a relação água/gesso constante, a adição de agregado reduz, progressivamente, o tempo de início de pega (Figura 3). Este comportamento pode ser explicado pelo efeito de nucleação exercido pelo agregado, que facilita o início da precipitação do produto hidratado, a gipsita.

O reduzido tempo de pega das argamassas certamente dificulta o seu emprego em obra, tornando imperativa a utilização de aditivos retardadores.



**Figura 2** - Influência do teor de agregados para uma mesma relação água/gesso. (a) Dados dos autores; (b) dados originais de (DIAS, 1994). A linha pontilhada indica a curva de consistência normal, tal como especificada pela ASTM C 472-93)

Efeito	Grau de liberdade do efeito	Soma dos quadrados	grau de liberdade do erro	Média quadrada	F	Nível de significância
Agregado	2	0,2897	9	0,050	5,768	0,0244
Água/gesso	2	0,7001	9	0,050	13,940	0,0018
Interação	4	0,0042	9	0,050	0,084	0,9853

**Tabela 7** - Análise de variância dos resultados da raiz quadrada do tempo de início de pega

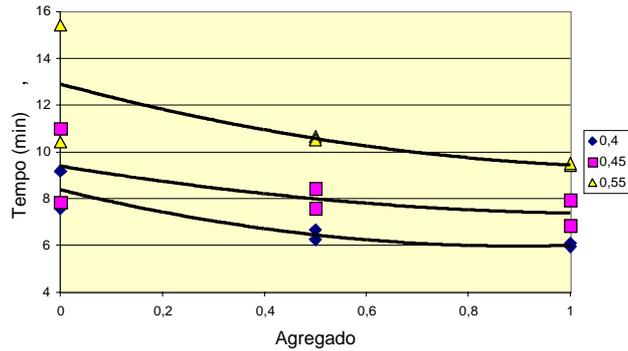


Figura 3 - Influência do teor de agregados no tempo de início de pega, mantido constante o relação água/gesso

### Influência na resistência de aderência

Para análise da influência do agregado e da relação água/gesso foram utilizados parte dos dados originais de Dias (1994). O arranjo experimental analisado foi o apresentado na Tabela 8, tendo como variável a resistência de aderência. Trata-se de arranjo experimental saturado. Para a maioria das combinações de fatores, estão disponíveis 5 resultados experimentais.

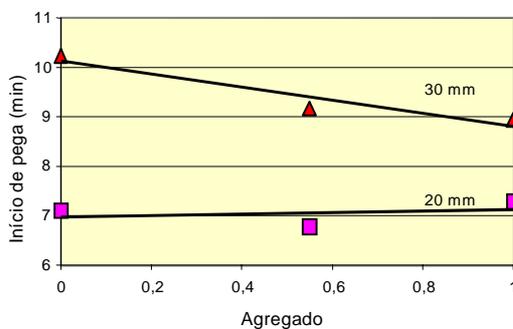
O tempo de início de pega determinado é também reduzido quando se adiciona agregado, mantendo-se constante a consistência (Figura 4 (a)). Em média, a redução é mais acentuada para teores de agregados mais elevados e relações água/gesso maiores.

Os dados de Dias (1994) encontram-se apresentados na (Figura 4 (b)) e, apesar das diferenças entre os gessos empregados, observa-se a mesma tendência nestes dois experimentos independentes.

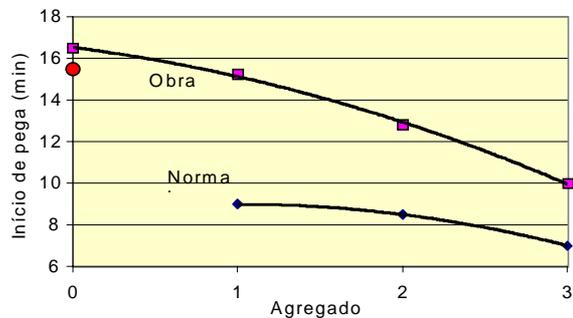
Optou-se por manter os dados relativos aos revestimentos de pasta e consistência normal.

A análise de variância da resistência de aderência, tal como apresentada por Dias (1994), revelou-se estatisticamente inválida, uma vez que o desvio padrão das observações apresenta dependência significativa ao nível de significância de 1% com relação aos valores médios estimados. Assim, foi realizada nova análise de variância, desta vez utilizando a variável raiz quadrada da resistência de aderência, transformação que garantiu a homogeneidade e independência dos resíduos, bem como sua distribuição normal. Os resultados estão apresentados na Tabela 9. O Anexo I apresenta as médias e os desvios padrão de cada combinação de fatores e níveis.

Com exceção da interação trabalhabilidade e umidade da base, todos os demais fatores e suas interações de segundo nível exerceram influência significativa do ponto de vista estatístico.



(a)



(b)

Figura 4 - Efeito da adição de agregado no tempo de início de pega. (a) estimado a partir dos dados dos autores; (b) dados de Dias (1994)

Fatores	Relação gesso : agregado	Tipo de base	Trabalhabilidade	Umidade da base
Níveis	0, 1, e 3	Blocos cerâmicos; Blocos de concreto	Normal; obra; 1,4 obra	Seca e úmida

**Tabela 8** - Arranjo experimental analisado (a partir de DIAS, 1994)

Efeito**	Grau de liberdade do Efeito	Soma dos quadrados	Grau de liberdade do erro	Média quadrada	F	Nível de significância
1	2*	0,698746*	176*	0,008246*	84,7423*	0,000000*
2	1*	0,821513*	176*	0,008246*	99,6311*	0,000000*
3	2*	1,140671*	176*	0,008246*	138,3378*	0,000000*
4	1*	0,200926*	176*	0,008246*	24,3679*	0,000002*
1, 2	2*	0,028634*	176*	0,008246*	3,4726*	0,033179*
1, 3	3*	0,047756*	176*	0,008246*	5,7917*	0,000211*
2, 3	2*	0,057624*	176*	0,008246*	6,9885*	0,001201*
1, 4	2*	0,031533*	176*	0,008246*	3,8243*	0,023670*
2, 4	1*	0,100589*	176*	0,008246*	12,1992*	0,000605*
3, 4	2	0,013177	176	0,008246	1,5980	0,205216

\*identifica efeitos significativos a nível de significância menor que 5 %

\*\* 1 = Teor de agregado; 2 = Tipo de base; 3 = trabalhabilidade; 4 = umidade da base

**Tabela 9** - Resultado de análise de variância da raiz quadrada da resistência de aderência

Os dados permitem concluir, que, em média, a adição de areia com a manutenção da trabalhabilidade reduz a resistência de aderência da argamassa (a). Esta redução é menos acentuada quando a base é constituída de blocos de concreto comparativamente aos blocos cerâmicos. Esta redução ocorre pela fragilização da pasta em decorrência da elevação da relação água/gesso, afim de manter a trabalhabilidade constante.

O aumento da trabalhabilidade, ou seja, da relação água/gesso, também provoca a redução da resistência de aderência (b). Esta perda é mais significativa quando a proporção de agregado passa de 1 para 3 comparativamente à passagem de pasta para o teor 1. Esta interação deve estar associada à dificuldade de moldagem das peça com baixa trabalhabilidade, agravada no caso de pastas de consistência normal, pelo critério de pasta de consistência normal adotado por Dias (1994).

As argamassas e pastas de gesso apresentam menor aderência sobre as bases cerâmicas do que sobre bases de concreto. Existe uma interação estatisticamente significativa entre o teor de agregado e o tipo de base (1, 2), sendo que esta diferença cresce ligeiramente na razão direta do teor de agregados (Figura 5a). Já a interação entre o tipo de base e a trabalhabilidade (2, 3) não pode ser facilmente justificada. Apesar destas ponderações, pode-se afirmar que, em média, a resistência de aderência

em bases cerâmicas é no mínimo 10 % inferior à de base de bloco de concreto.

O procedimento de umedecer a base antes de aplicar o

revestimento provoca uma redução significativa na resistência de aderência. Esta redução é menos acentuada sobre base cerâmica, cuja aderência inicial é significativamente menor (Figura 6 a).

Já a inter-relação teor de agregado e tratamento da base decorre fundamentalmente de uma acentuada elevação na resistência de aderência de pastas aplicadas sobre base seca.

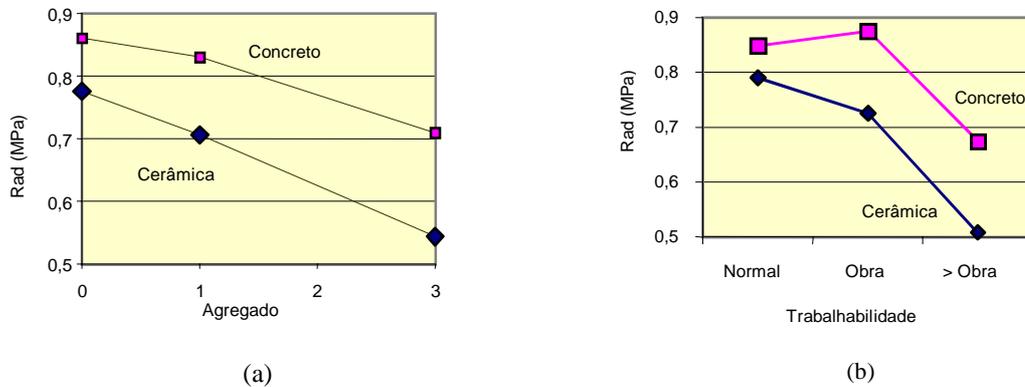
Tanto os valores de resistência de aderência como a influência da base na resistência de aderência são coerentes com os apresentados por Delgado e Pires Sobrinho (1997).

A menor média de resistência de aderência de todo o experimento analisado foi em torno de 0,45 MPa, obtida com o traço 1:3, aplicado sobre base de blocos de concreto ou blocos cerâmicos umedecida e com trabalhabilidade elevada. Este valor é 50 % superior à resistência de aderência mínima de 0,3 MPa especificado pela NBR 7200 (ABNT, 1982) para revestimentos de fachada externa e mais de 100 % do valor mínimo.

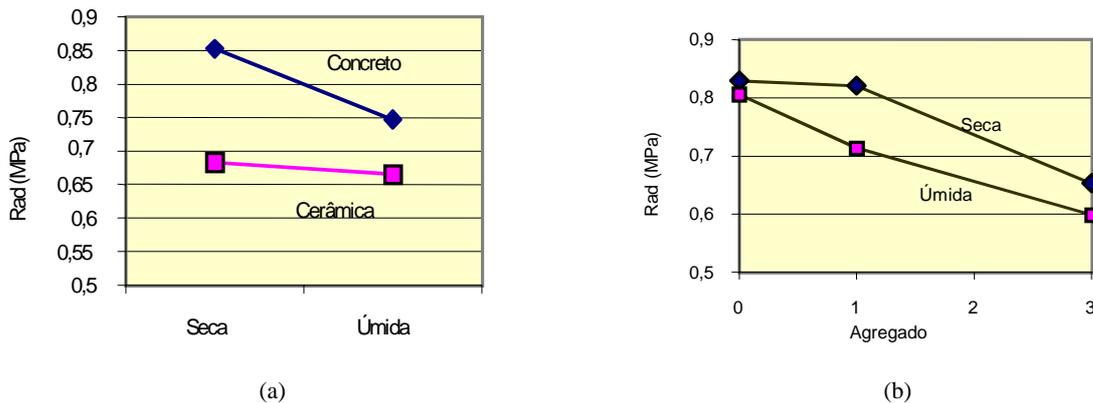
Considerando-se apenas a resistência de aderência, é perfeitamente viável o emprego de argamassas de gesso como revestimento, independente da base utilizada.

Considerando que a redução da relação água/gesso e da trabalhabilidade, e a eliminação da umidade superficial permitem uma elevação significativa na resistência de

aderência, pode-se vislumbrar que traços gesso: agregado mais pobres podem ser viabilizados do ponto de vista de aderência.



**Figura 5** - Influência do teor de agregado (a) e trabalhabilidade (b) na resistência de aderência sobre blocos cerâmicos e de blocos concretos



**Figura 6** - Influência do tratamento superficial da base (úmida / seca) na resistência de aderência

## Conclusões

As argamassas de gesso são viáveis do ponto de vista da resistência de aderência. Os dados permitem sugerir que mesmo traços mais pobres que o 1:3 ensaiado podem apresentar desempenho satisfatório do ponto de vista da resistência de aderência.

As argamassas e pastas de gesso apresentam melhor aderência sobre blocos de concreto do que sobre blocos cerâmicos;

O umedecimento da superfície antes da aplicação de revestimento de gesso provoca uma redução na resistência de aderência, além de exigir mais uma atividade em

canteiro. Não é, portanto, recomendável sobre bases de blocos de concreto ou cerâmicos.

É desejável controlar a relação a/g dos revestimentos porque relações a/g elevadas ou muito baixas exercem forte influência sobre o tempo de pega e, potencialmente, afetam a aderência.

A introdução de retardadores de pega é praticamente imprescindível para a execução do revestimento quando se trata de empregar argamassas, uma vez que os tempos de início e fim de pega são significativamente reduzidos. Esta, certamente, é uma etapa que necessita de pesquisas futuras.

O ensaio de determinação da consistência proposto pela ASTM C 472-93 (ASTM, 1993) é adequado para o ensaio de pastas e argamassas. Entretanto, o critério de diferentes profundidades de penetração adotado para determinação da consistência normal de pastas e argamassas revelou-se inadequado e não deve ser adotado em estudos de argamassas e pastas de gesso.

## Referências bibliográficas

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). **ASTM C 28-92**: Standard specification for gypsum plasters. Pennsylvania, 1992.
- \_\_\_\_\_. **ASTM C 472-93**: Standard test methods for physical testing of gypsum, gypsum plasters, gypsum concrete. Pennsylvania, 1993.
- \_\_\_\_\_. **ASTM C 842-85**: Standard specification for application of interior gypsum plasters. Pennsylvania, 1990.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 7200**: Revestimentos de paredes e tetos com argamassas materiais, preparo, aplicação e manutenção. Rio de Janeiro, 1982, 16p.
- \_\_\_\_\_. **NBR 7217**: Agregados: determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 1987.
- \_\_\_\_\_. **NBR 12127**: Gesso para construção: determinação das propriedades físicas do pó: método de Ensaio. Rio de Janeiro, 1991a.
- \_\_\_\_\_. **NBR 12128**: Gesso para construção: determinação das propriedades físicas da pasta: método de Ensaio. Rio de Janeiro, 1991b.
- \_\_\_\_\_. **NBR 12129**: Gesso para construção: determinação das propriedades mecânicas: método de ensaio. Rio de Janeiro, 1991c.
- \_\_\_\_\_. **NBR 13207**: Gesso para construção civil: especificação. Rio de Janeiro, 1994.
- BEICHEL, A. Argamassa projetada à base de gesso para revestimento interno. In: GYPSUM FAIR, 1997, Olinda. **Anais...** Olinda: FINEP, ITEP, 1997. p. 107-111.
- CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BÂTIMENT (CSTB). **DTU 25 .1**: D'Enduits Intérieurs en Plâtre. Paris, 1975.
- DELGADO, C.B.; PIRES SOBRINHO, C.W.A. Revestimentos de Gesso: pasta e Argamassa: determinação das propriedades mecânicas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 2., 1997, Salvador. **Anais...** Salvador: ANTAC, 1997. p. 192-202.
- DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG E.V (DIN). **DIN 18550**: Plaster: plasters made of mortars containing mineral binders: application: part. 2. Berlin, 1985.
- DIAS, A.M.N. **Gesso de Construção**: caracterização do pó, pasta e argamassa e aplicação como revestimento interno. 1994. 274 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- MELO R.B. et al. Alteração das características das pastas de gesso com adição de filler. In: GYPSUM FAIR, 1997, Olinda. **Anais...** Olinda: FINEP, ITEP, 1997. p.101-106.
- PIRES SOBRINHO, C.A.A.; HOROWITZ, B. Potencialidades do gesso para habitações populares: parte I: Caracterização físico-mecânica das pastas. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TRANSFER AND PRODUCTION OF HOUSING TECHNOLOGY IN RESEARCH AND PRACTICE - HABITEC 87, 1987, São Paulo. **Anais...** São Paulo: IPT, CIB, 1987. v.1, p. 121-131.
- TANGO, C.E.S.; DIAS; A.M.N; CINCOTO; M.A.C. Estudo para adaptação do método de dosagem IPT às argamassas de gesso. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 1995, Goiânia. **Anais...** Goiânia: ANTAC, 1995. p. 463-470.

**Anexo I - Médias e desvios padrão para diferentes combinações de fatores e níveis**

Agregado	Base	Trabalhabilidade	Umidade da base	Rad (MPa)	Desvio padrão (MPa)	N
0	CON	N	S	0,86	0,05	5
0	CON	N	U	0,92	0,09	4
0	CON	O	S	0,96	0,15	6
0	CON	O	U	0,88	0,09	6
0	CON	OO	S	0,82	0,06	6
0	CON	OO	U	0,73	0,04	6
0	CER	N	S	0,88	0,11	6
0	CER	N	U	0,83	0,07	6
0	CER	O	S	0,79	0,04	6
0	CER	O	U	0,80	0,11	6
0	CER	OO	S	0,68	0,09	6
0	CER	OO	U	0,68	0,10	6
1	CON	N	S	1,01	0,09	6
1	CON	N	U	0,75	0,19	5
1	CON	O	S	1,02	0,05	6
1	CON	O	U	0,88	0,11	6
1	CON	OO	S	0,71	0,05	6
1	CON	OO	U	0,61	0,16	6
1	CER	N	S	0,78	0,15	6
1	CER	N	U	0,87	0,04	6
1	CER	O	S	0,83	0,08	6
1	CER	O	U	0,71	0,10	6
1	CER	OO	S	0,57	0,12	6
1	CER	OO	U	0,46	0,04	6
3	CON	N	S	0,82	0,10	6
3	CON	N	U	0,75	0,04	6
3	CON	O	S	0,76	0,05	6
3	CON	O	U	0,76	0,05	6
3	CON	OO	S	0,72	0,11	6
3	CON	OO	U	0,45	0,09	6
3	CER	N	S	0,68	0,13	6
3	CER	N	U	0,70	0,02	6
3	CER	O	S	0,63	0,03	6
3	CER	O	U	0,60	0,03	6
3	CER	OO	S	0,31	0,07	6
3	CER	OO	U	0,34	0,05	6