INTERFERÊNCIA DO CITRATO DE SÓDIO NA CALORIMETRIA DA PASTA DE GESSO

Alves, B.C.A (1); Cavalcanti, R.A.A. (2); Romano, R.C.O. (3); John, V.M. (4); Póvoas, Y.V. (5)

(1) Graduando do Departamento de Engenharia Civil – Universidade de Pernambuco. E-mail: brunobcaa@gmail.com
(2) Graduando do Departamento de Engenharia Civil – Universidade de Pernambuco. E-mail: raac_pec@poli.br
(3) Doutorando do Departamento de Engenharia de Construção Civil e Urbana - Universidade de São Paulo. E-mail: rcorjau@gmail.com
(4) Enga Civil, Profo. Doutor do Departamento de Engenharia de Construção Civil e Urbana - Universidade de São Paulo. E-mail: vanderley.John@poli.usp.br
(5) Enga Civil, Profª. Doutora do Departamento de Engenharia Civil – Universidade de Pernambuco. E-mail: yeda.povoas@gmail.com

Resumo

O gesso vem se destacando como material para revestimento interno de paredes devido as suas facilidades construtivas de rápido endurecimento, baixo custo e agradável acabamento. Em virtude do seu crescimento, faz-se necessário procurar soluções para evitar o aumento da quantidade de resíduos em obras, os quais precisam de locais adequados para acomodação. O objetivo desta pesquisa é estender o tempo útil para aplicação da pasta por meio de adição de citrato de sódio, nas proporções de 0,00%, 0,02%, 0,04%, 0,06% e 0,08%, com relação à massa de gesso, verificando as alterações na calorimetria de hidratação e na resistência à compressão. Caracterizou-se o gesso física e mecanicamente conforme recomendação da NBR 13207 (ABNT, 1994) (massa unitária, composição granulométrica, consistência normal, tempos de pega e resistência à compressão). Foi estudado o calor de hidratação, usando o calorímetro de condução isotérmica. Os resultados demonstram que o citrato de sódio interfere na reação da pasta de gesso, retardando o período de indução, alterando sua cinética devido à maior dificuldade de formação dos cristais de dihidrato. Na curva de calorimetria, observa-se que o tempo útil de aplicação aumenta para 50 minutos com 0,06 e 0,08% de adição do citrato de sódio, verificando a alteração na cinética de formação dos cristais, diminuindo a coesão da estrutura, conforme observado na queda da resistência à compressão. Desta forma, a utilização de retardadores deve ser cautelosa, pois poderá reduzir as propriedades do revestimento, interferindo na sua qualidade final.

Palavras-chave: *Gesso, Aditivo, Citrato de sódio, Calorimetria.*

Abstract

The plaster has been increasing as material for internal rendering of walls due to his rapidly hardening, low cost and pleasant finishing. Due to his rapidly hardening, it is necessary to find solutions to avoid the increasing amount of waste, which require appropriate places for sediment. The aim of this research is to extend the time for the plaster application by addition of sodium citrate, in relations of 0.00%, 0.02%, 0.04%, 0.06% and 0.08%, in mass, and to verify the changes in calorimetry and compressive strength. The plaster was characterized as the recommendation of NBR 13207 (ABNT, 1994). The results showed that the sodium citrate interferes in the reaction of the plaster, slowing down the induction period, changing the crystals formation of dehydrate. In calorimetry the use time growth to 50 minutes with 0.06%

and 0.08% of the additive, decreasing the cohesion of the structure and the compressive strength. In this way, the use of retardants must be careful because they can reduce the rendering properties interfering its final quality.

Keywords: *gypsum, plaster, additive, sodium citrate, calorimetry.*

1. INTRODUÇÃO

A utilização de revestimento interno de paredes à base de gesso vem sendo aplicada com maior intensidade nos canteiros de obras, visto que proporcionam uma redução de custos, tempo, materiais e mão de obra. Além disso, o produto finalizado apresenta uma excelente qualidade para as especificações de acabamento e boas características de resistência ao fogo e de isolamento acústico (CARDOSO et al., 2006).

O desenvolvimento de pesquisas com gesso vem sendo ampliado, justificado por seu intenso uso. Dias (1995) estudou as principais características: resistência superficial, resistência de aderência, permeabilidade, absorção e dessorção de umidade. Destacou as possíveis patologias decorrentes de seu emprego: perda de aderência na interface base-revestimento e o surgimento de fissuras, atribuindo às suas causas o uso de areias de má qualidade na base, como também à existência de material pulverulento, falhas na hidratação e à exposição em ambientes úmidos. Antunes (1999) verificou que, numa relação a/g de 0,69, a adição de 13% de cal hidratada, relativa ao aglomerante na pasta de gesso, reduz o diâmetro e o volume dos poros, contribuindo para uma melhor resistência mecânica e na ampliação do tempo útil.

A reação de hidratação do gesso consiste em três etapas. No primeiro estágio o sulfato de cálcio hemihidratado ($CaSO_4.0,5H_2O$) entra em contato com a água de amassamento, ocorrendo a dissociação do material, com pouca elevação de temperatura. Em virtude do início da cristalização nos núcleos, ocorre retração do volume do gesso devido ao excesso de água. A partir do início da pega, ocorre uma grande variação temporal da temperatura e, simultaneamente, a progressiva formação dos cristais de sulfato de cálcio de dihidratado, precipitando em uma solução supersaturada, expandindo seu volume (ANTUNES e JOHN, 2000). Na terceira fase ocorre o endurecimento da pasta, atingindo uma temperatura máxima, finalizando a hidratação (final de pega).

Vários fatores podem alterar esta reação, causando uma mudança na organização da microestrutura de cristalização, e consequentemente, alteração nas características mecânicas do gesso. Os principais fatores são: a presença de aditivos aceleradores/retardadores de pega, a relação água/gesso, o fornecimento de energia ao sistema, a presença de impurezas e o tamanho das partículas.

A presença dos aditivos influencia as etapas da reação, de maneira que os cristais se formam com mais dificuldade, prolongando os tempos de pega e alterando a cinética de hidratação. Para cada aditivo originam-se formas estruturais diferentes, onde as agulhas orientam-se dispersamente, pelas quais a coesão e o imbricamento irão depreciar as propriedades mecânicas do material (HINCAPIÉ, 1997).

Para uma boa aplicação sobre o substrato, é necessário que a pasta adquira certa consistência, o que ocorre um pouco antes do início de pega. Ao se aproximar do final de pega, a pasta perde plasticidade, dificultando o trabalho do gesseiro, pois a estrutura cristalina está bem coesiva. Este acontecimento leva o nome de faixa de consistência útil para a execução de revestimento (ANTUNES e JOHN, 2000).

A medida proposta é ampliar o tempo útil de aplicação pela adição do citrato de sódio em pequenas quantidades, estudando a modificação na hidratação da pasta e a resistência mecânica final.

2. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

2.1. Materiais e mistura da pasta

Foi coletada amostra de gesso do mercado e do aditivo retardador de pega – citrato de sódio. Utilizaram-se percentagens de citrato de sódio em relação ao gesso de 0,00; 0,02; 0,04; 0,06; e 0,08%, baseado no estudo de Hincapié (1997). A relação a/g de 0,40 foi determinada pelo ensaio de consistência normal, conforme a MB 3469 (ABNT, 1991).

O procedimento de mistura padrão seguiu as recomendações da MB 3469 (ABNT, 1991).

2.2. Caracterização dos materiais

Para a caracterização do gesso em pó foram realizados os ensaios de massa unitária - MB 3468 (ABNT, 1991) e granulometria à laser - com o equipamento Masterizer Micro; para o gesso em pasta com e sem aditivo, foram realizados os ensaios de tempo de pega - DIN 1168 (1975); e calorimetria.

Na verificação dos tempos de pega, pesou-se 100g de gesso e 40g de água, e após a finalização do procedimento de mistura padrão, formou-se um disco, de aproximadamente 10 cm de diâmetro, sobre uma placa de vidro lisa e limpa. O início de pega foi estimado quando o disco deixou de se unir, ao cortá-lo com uma espátula metálica. O fim da pega deu-se quando, pressionando o gesso, não ficou nenhuma impressão digital.

2.3. Calorimetria

Para a obtenção da curva do calor de hidratação pelo tempo foi utilizado um calorímetro de condução isotérmica TAM Air, com controle de temperatura de 23°C. Para análise do resultado, foi feito um gráfico do fluxo de calor x tempo, o qual indica a cinética da reação, como também a identificação dos tempos de pega.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Granulometria e massa unitária

Com a análise granulométrica (figura 1), observou-se que cerca de 80% do material possui dimensão máxima de 75 μm, possuindo uma granulometria bem distribuída até 260 μm. Obteve-se diâmetro médio de 45,82 μm, densidade de 2,65 g/cm^3 e superfície específica de 0,2076 m^2/g.

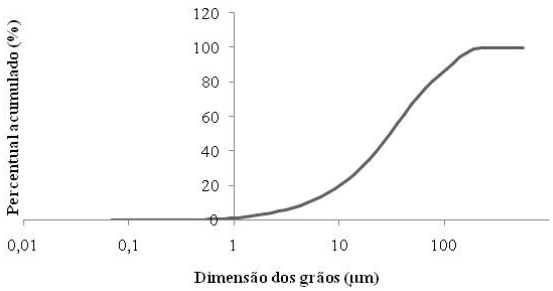


Figura 1 – Curva granulométrica do gesso puro.

A massa unitária foi determinada conforme a MB 3468 (ABNT, 1991), obtendo-se resultado de 0, 997 g/ml.

3.2. **Tempos de pega e resistência à compressão**

Os resultados de tempo de pega confirmaram a ação do aditivo, proporcionando uma diminuição da velocidade da reação de hidratação. Este efeito é causado pelo bloqueio que os íons citratos formam ao redor da reação do hemidrato com a água, retardando a interação do processo de cristalização. No Quadro 1 observa-se que até 0,04%, o aditivo interfere pouco na diferença entre o início e o fim de pega (tempo útil), enquanto que após 0,04%, o tempo útil passa de 27 para 60 minutos. No fim de pega os pontos correspondem à finalização da hidratação dos cristais, onde no intervalo de 0,02 a 0,06%, o crescimento foi proporcional ao percentual de aditivo.

A resistência à compressão do gesso está apresentada no Quadro 1. Os resultados demonstram que o retardador contribui para a queda da resistência devido ao enfraquecimento da disposição dos cristais e seu entrelaçamento. O valor da resistência das concentrações de 0,02% e 0,04% foram maior que o mínimo exigido pela NBR 13207 (ABNT, 1994), que é de 8,40 MPa, validando seu emprego nesta propriedade.

	Percentual de citrato de sódio				
	0,00%	0,02%	0,04%	0,06%	0,08%
Início de Pega (min)	13,38	33,00	93,00	115,00	125,00
Fim de pega (min)	27,00	56,00	120,00	175,00	180,00
Tempo útil (min)	13,62	23,00	27,00	60,00	55,00
Resistência à compressão (MPa)	9,59	8,70	8,41	8,20	6,38

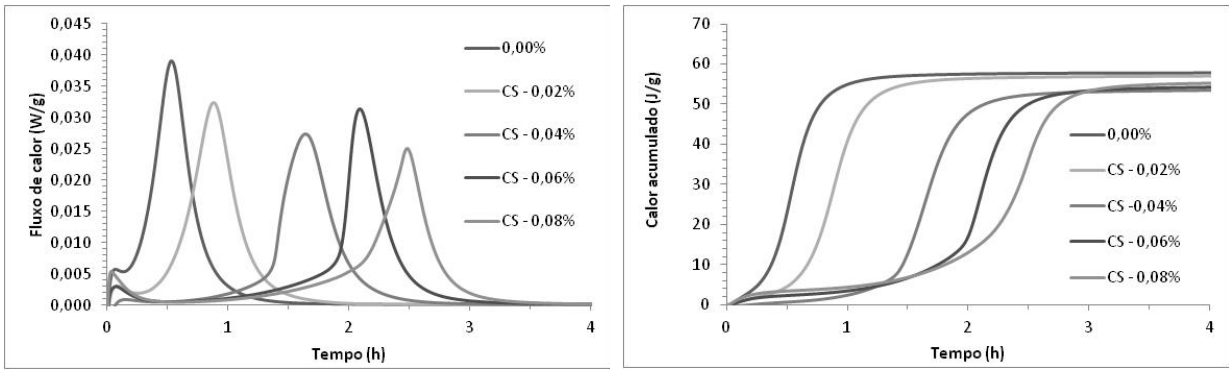
Quadro 1 – Propriedades da pasta de gesso com e sem adição do aditivo citrato de sódio

3.3. **Calorimetria**

A curva de calorimetria do gesso é visualizada na Figura 2 (fluxo de calor (W/g) x tempo (h) e calor acumulado (J/g) x tempo (h)). As partes iniciais das curvas correspondem aos instantes de equilíbrio térmico das amostras com os recipientes. Em seguida, no instante em que o fluxo de calor começa a aumentar rapidamente, implica-se o início da pega, semelhante com os resultados obtidos seguindo a norma DIN 1168 (1975), enquanto que o pico deste trecho indicará o fim de pega (Figura 2a).

As curvas de calorimetria demonstraram que o citrato de sódio age principalmente no período de indução da hidratação, deslocando o início do trecho ascendente do fluxo de calor (Figura 2a). Nota-se que a diferença de tempo entre os picos de fluxos de calor máximos e os pontos de começo de elevação foi de 26 minutos nas concentrações de 0,02 a 0,06%, enquanto para 0,08%, o tempo útil foi de 53 minutos.

Na figura 2b, visualiza-se a disparidade dos períodos de indução, onde o aditivo promove maior desaceleração da hidratação das partículas. Este processo é visto no deslocamento da curva em tempos posteriores que o do gesso puro.



(a) (b)

Figura 2 – Calorimetria: (a) fluxo de calor x tempo; (b) calor acumulado

4. CONCLUSÕES

A utilização de citrato de sódio gerou maior fluidez da pasta durante o procedimento de mistura, proporcionado melhor trabalhabilidade nesta etapa inicial. O aditivo reduziu a cinética da reação no período de indução, além de ampliar o tempo útil de aplicação para 50 minutos com 0,06 e 0,08% de concentração. Em virtude da modificação de sua estrutura cristalina, o emprego do aditivo deve ser cuidadoso, pois seus efeitos depreciam as resistências mecânicas. Para que o revestimento atinja uma qualidade aceitável é necessário que os tempos de pega e de utilização, assim como, a resistência à compressão estejam adequadas para as circunstâncias submetidas, as quais irão exercer influências no seu comportamento final.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, R. P. N.; JOHN, V. M. **O Conceito de Tempo Útil das Pastas de Gesso**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2000. Boletim técnico.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13207:** gesso para construção: especificação. Rio de Janeiro, 1994.

_____.**MB 3468:** gesso para construção: determinação das propriedades físicas do pó. Rio de Janeiro, 1991.

_____. **MB 3469**: gesso para construção: determinação das propriedades físicas da pasta. Rio de Janeiro, 1991.

_____. **MB 3470**: gesso para construção: determinação das propriedades mecânicas. Rio de Janeiro, 1991.

CARDOSO, F. A.; AGOPYAN, A. K. ; PILEGGI, R. G.; JOHN, V. M.; CARBONE, C.. Caracterização reológica de revestimentos à base de gesso por squeeze-flow. In: XVII congresso brasileiro de engenharia e ciência dos materiais, 2006, Foz de Iguaçu.

DEUTSCHIE INSTITUT FUR NORMUNG. Building plaster: requirements, testing control. - DIN 1168: part 2, Berlin, 1975.

DIAS, A. M. N. Revestimento à base de gesso de construção. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 1995.

HINCAPIÉ, A. M. **Efeito de retardadores de pega no mecanismo de hidratação e na microestrutura do gesso de construção**. São Paulo, 1997. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE), à CAPES e ao CNPQ pela concessão da bolsa de iniciação científica e às Escolas Politécnicas da USP e da UPE pela disponibilização dos laboratórios.