



ESTUDO DO IMPACTO DA QUANTIDADE DE CAL HIDRATADA NA ESTABILIDADE DE ARGAMASSAS ESTABILIZADAS DE REVESTIMENTO

Tema: Tecnologia dos materiais

LUIZ A. TREVISOL¹, ELIZAMARY O. FERREIRA², FERNANDA F. RIBEIRO³, SAMUEL A. BATAIOTE⁴.

¹Eng. Civil, MSc. Gerente Técnico – Grupo Hobi Mineração de Areia e Concreto, luiz.alberto@hobimix.com.br

²Eng. Civil, MSc. Supervisora Desenvolvimento – Grupo Hobi Mineração de Areia e Concreto Ltda, elizamary@hobimix.com.br

³Eng. Civil, Supervisora Técnica – Grupo Hobi Mineração de Areia e Concreto Ltda, Fernanda@hobimix.com.br

⁴Estudante de Engenharia Civil – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

RESUMO

Dentre os componentes de uma boa argamassa, o tipo de cimento e principalmente a cal proporcionam uma melhora na trabalhabilidade, plasticidade e na retenção de água da argamassa. A argamassa estabilizada é um dos vários tipos de argamassas utilizadas atualmente na construção civil e é definida como uma argamassa úmida, pronta para uso entregue em caminhão betoneira que apresenta um retardo no seu início de pega, mantendo-se trabalhável até 72 horas. O uso da cal interfere diretamente no tempo de estabilidade e na manutenção das propriedades do estado fresco, levando a uma alteração na proporção e quantidade dos aditivos utilizados. Neste trabalho foram avaliadas tais interferências através de ensaio de calorimetria em pastas de cimento, cal e aditivo estabilizador.

Palavras-chave: argamassa estabilizada, cal, estabilidade.

STUDY ON THE IMPACT OF THE AMOUNT OF HYDRATED LIME ON THE STABILITY OF STABILIZED COATING MORTARSABSTRACT

Among the components of a good mortar, the type of cement and especially the lime provide an improvement in the workability, plasticity and water retention of the mortar. The stabilized mortar is one of several types of mortars currently used in civil construction and is defined as a wet mortar, ready for use delivered in a concrete mixer truck that presents a delay in the beginning of setting, remaining workable for up to 72 hours. The use of lime interferes directly in the stability time and in the maintenance of the fresh state properties, leading to a change in the proportion and quantity of the additives used. In this work, these interferences were evaluated through calorimetry tests in cement pastes, lime and stabilizer additive.

Keywords: stabilized mortar, lime, stability.



1. INTRODUÇÃO

Na nova versão da NBR 13281⁽¹⁾, a referida norma traz em suas principais atualizações além da sua mudança de nome, a divisão de avaliação dos requisitos que facilitam a verificação de quaisquer tipos de argamassas, incluindo argamassas produzidas em obra. Em se tratando de argamassas de revestimento a norma atualizada classifica as argamassas de acordo com as suas funcionalidades e propriedades físicas, incluindo o módulo de elasticidade, propriedade que até então não possuía um parâmetro normativo definido.

Com a evolução dos processos construtivos, já é possível, por exemplo, comprar argamassas prontas, produzidas em usinas dosadoras e transportadas até a obra em caminhões betoneiras. Esse sistema ajuda no ganho de produtividade, na diminuição do tamanho dos canteiros de obra, não havendo a necessidade de estoques de materiais para a produção de argamassas, além de um melhor controle tecnológico oferecido pelas empresas responsáveis pela produção e entrega das argamassas⁽²⁾.

As argamassas estabilizadas são derivadas das argamassas industrializadas; essas argamassas apresentam em sua composição alguns aditivos que auxiliam na melhora de suas propriedades no estado fresco, sem prejudicar as propriedades do estado endurecido⁽³⁾.

Dois aditivos são utilizados na produção das argamassas estabilizadas. Um aditivo estabilizador, responsável por aumentar o tempo de trabalhabilidade da argamassa e um aditivo incorporador de ar, responsável em aumentar a plasticidade da argamassa no seu estado fresco. A manutenção e a trabalhabilidade é melhorada com a utilização de uma película de água sobre a argamassa enquanto a mesma está armazenada. A perda de suas propriedades de trabalhabilidade se dá pela perda de umidade. O desempenho dos aditivos incorporador de ar e estabilizador está ligado diretamente à manutenção da quantidade de água existente na argamassa⁽²⁾.

Os aditivos estabilizadores promovem um aumento da plasticidade da argamassa por um período maior de tempo, pois atuam sobre o tempo de pega e o calor de hidratação do cimento. Esses aditivos interferem nas reações de hidratação cimento onde os produtos se cristalizam e os fenômenos de enrijecimento, pega e endurecimento estão ligados aos diferentes estágios do processo progressivo de cristalização⁽⁶⁾.



O uso da cal como segundo aglomerante na argamassa estabilizada, melhora a reologia da mesma, além de diminuir a rigidez no estado endurecido, porém o tempo de estabilidade e o tempo de retardo para o início de pega sofrem alterações, diminuindo consideravelmente, fazendo com que seja necessária uma revisão nos conceitos de dosagem dessa argamassa para que a manutenção de suas propriedades sejam mantidas e igualadas as de uma argamassa estabilizada sem cal.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o impacto da quantidade de cal utilizada em relação à quantidade de cimento na estabilidade de argamassas estabilizadas para revestimento de paredes.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para efeitos de estudo optou-se pela produção de pastas constituídas por dois aglomerantes, sendo um hidráulico e um aéreo, água e aditivo estabilizador e a avaliação de desempenho foi feita através do ensaio de calorimetria em calorímetro semi-adiabático.

2.1. Caracterização dos materiais

a. Aglomerantes

O cimento utilizado para a produção das pastas foi o cimento CPIV RS com massa específica de 2,83 g/cm³. A cal utilizada na composição das pastas foi do tipo CH I, de Almirante Tamandaré, região metropolitana de Curitiba/PR.

b. Aditivos

Para o estudo foi utilizado aditivo líquido plastificante, retardador e estabilizador, livre de cloretos. Atende os requisitos da norma Brasileira ABNT NBR 11768 (Tipo P, R e PR) e ASTM C494 (Tipo A, B e D).

2.2. Produção das pastas

Foram produzidos dois conjuntos de pastas variando as proporções de aglomerantes, cimento e cal, e também a proporção de aditivo estabilizador, de acordo com a tabela abaixo.



Tabela 1 – Conjuntos de pastas produzidas

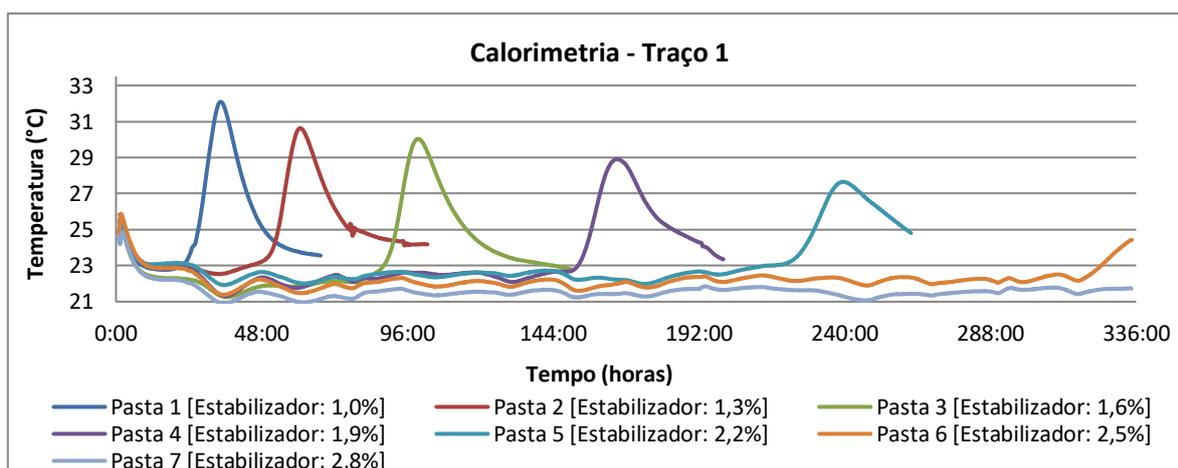
% ADITIVO ESTABILIZADOR	TRAÇO 1 – 72% CIMENTO + 28% CAL	TRAÇO 2 – 68% CIMENTO + 32% CAL
		1,00
	1,30	1,30
	1,60	1,60
	1,90	1,90
	2,20	2,20
	2,50	2,50
	2,80	2,80

As pastas preparadas foram acondicionadas em calorímetro semi-adiabático, marca Fieldlogger configurado para realizar o registro de temperatura a cada dez minutos. A aquisição dos dados foi realizada pelo software PicoLog e nos ensaios foram realizados à temperatura de 25°C.

3. RESULTADOS

Os resultados obtidos para as misturas realizadas a partir do Traço 1 estão apresentadas na Figura 1.

Figura 1 - Gráfico do ensaio de calorimetria do traço 1



Para um melhor entendimento da Figura 1, apresentamos os pontos de maior significância da elevação de temperatura para o traço 1 na Tabela 5.



Tabela 2 – Traço 1 – Calorimetria dos traços produzidos

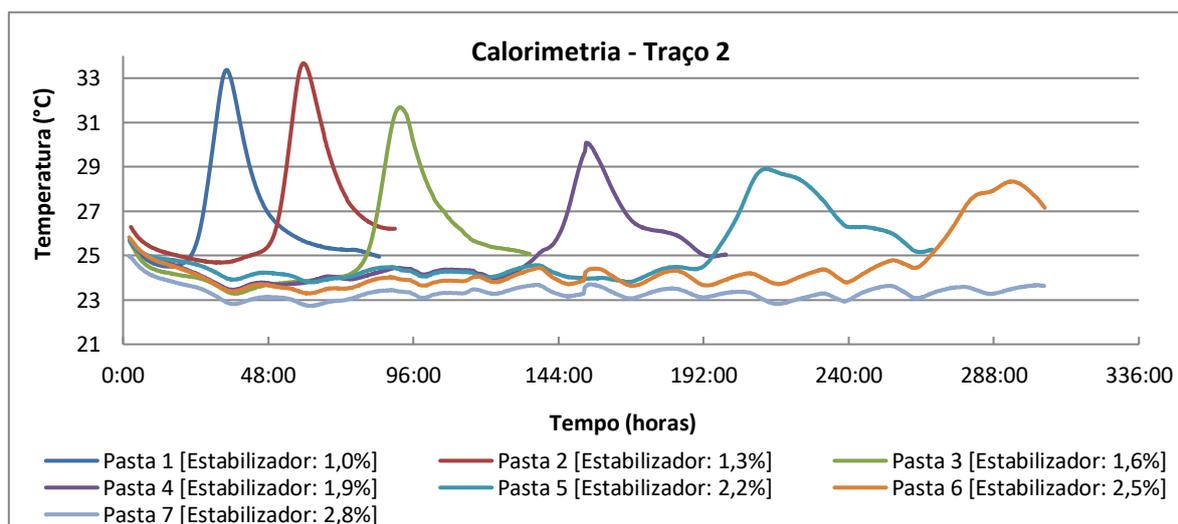
AMOSTRA	AD. ESTABILIZADOR (%)	INÍCIO DE PEGA (H)	FINAL DE PEGA (H)	≠ INÍCIO E PICO DE PEGA (H)
01	1,00	22:00	33:00	11:40
02	1,30	47:00	60:00	13:00
03	1,60	86:00	98:50	12:30
04	1,90	150:00	164:00	14:00
05	2,20	218:00	238:00	20:00
06	2,50	320:00	n/d	n/d
07	2,80	n/d	n/d	n/d

*n/d = resultado não definido no ensaio

De acordo com a Figura 1, o tempo para a o início da elevação de temperatura indica-se o início do processo de hidratação das pastas de cimento, onde se entende como o início do tempo de pega. Ao final do gradiente de temperatura, em que o gráfico apresenta linearidade dos resultados, identifica-se que as reações de hidratação dos aglomerantes findaram, de tal forma que, entram em equilíbrio com o ambiente.

Os resultados obtidos para a calorimetria do traço 2 são apresentados na Figura 2.

Figura 2 - Gráfico do ensaio de calorimetria do traço 2



Com o gráfico das temperaturas obtidas no calorímetro para o traço 2, a Tabela 6 apresenta os resultados de tempo mais importantes a partir das leituras.



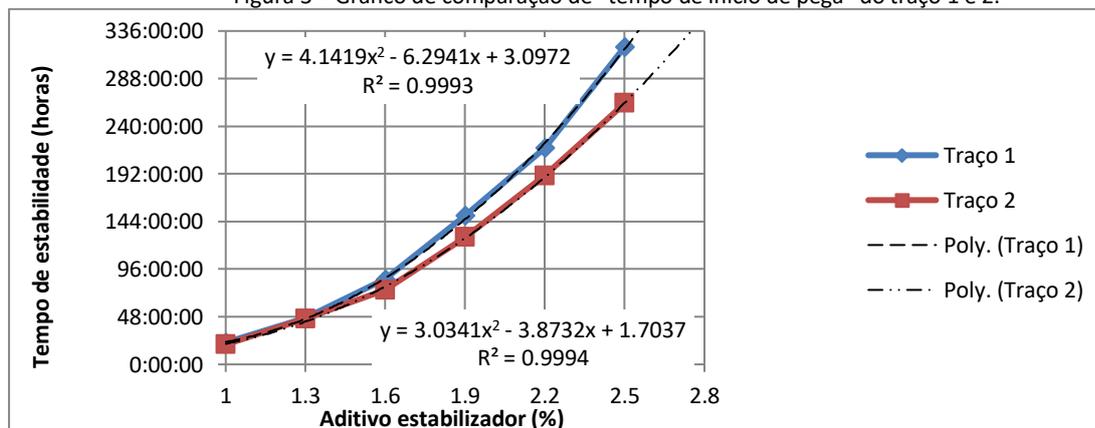
Tabela 3 – Traço 2 – Calorimetria dos traços produzidos

AMOSTRA	AD. ESTABILIZADOR (%)	INÍCIO DE PEGA (H)	FINAL DE PEGA (H)	≠ INÍCIO E PICO DE PEGA (H)
01	1,00	20:00	34:00	14:00
02	1,30	46:00	59:30	13:30
03	1,60	75:00	91:30	16:30
04	1,90	128:00	153:00	25:00
05	2,20	190:00	212:00	22:00
06	2,50	263:00	294:00	31:00
07	2,80	n/d	n/d	n/d

*n/d = resultado não definido no ensaio

Com base nos resultados obtidos, a Figura 3 apresenta a comparação das duas curvas de tempo de início de pega para as pastas do traço 1 e do traço 2.

Figura 3 – Gráfico de comparação de “tempo de início de pega” do traço 1 e 2.



De acordo com a Figura 3 podemos observar que ambos os traços apresentam o mesmo comportamento possivelmente descrito por um polinômio de segundo grau. Para as pastas moldadas de acordo com o traço 2, houve uma diminuição no tempo de início de pega para as mesmas dosagens de aditivos quando se comparando ao traço 1 de onze horas para as argamassas com 1,6% de estabilizador chegando até a 57 horas de diferença para as pastas com 2,5% de aditivo.

Tal comportamento pode ser explicado pela variação no consumo de cal, uma vez que, a cal é um aglomerante que seu produto final é carbonato de cálcio (CaCO_3), sendo assim, ao se converter em portlandita o teor remanescente acelera a hidratação da alita (C3S) e da belita (C2S) presentes no

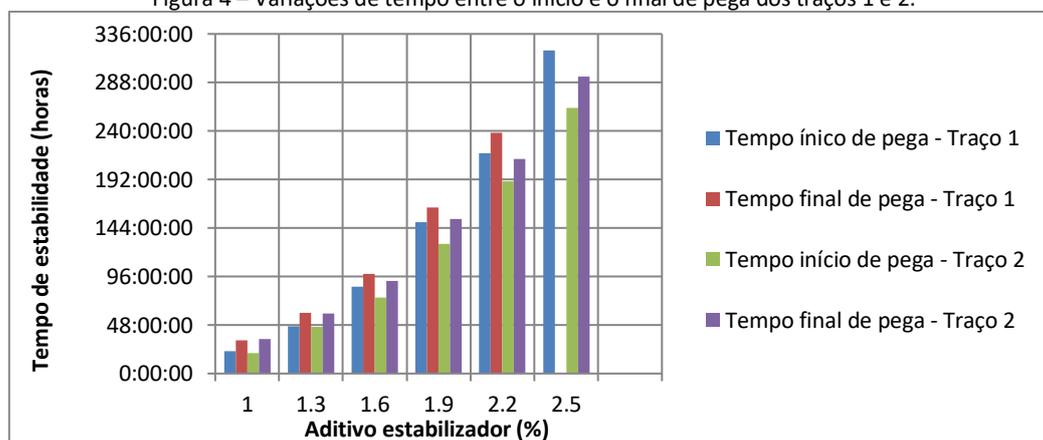


cimento, restando menos produtos para reagir com o estabilizador e assim manter as propriedades do estado fresco.

A presença de cal hidratada, quando em contato com cimento, acelera o tempo de pega das pastas devido a ação dos cales de agirem fisicamente na hidratação do cimento por conta da nucleação heterogênea.

Analisando os resultados de tempo para início e final de pega dos resultados obtidos a partir do ensaio, a Figura 4 ilustra as diferenças para cada pasta analisada.

Figura 4 – Variações de tempo entre o início e o final de pega dos traços 1 e 2.



De acordo com o gráfico apresentado na Figura 4, é possível analisar que para os teores de 1% e 1,3% de aditivo em ambas as pastas o tempo de início de pega não apresentou diferença maior do que duas horas entre os traços 1 e 2, além de que, apresentou-se tempos semelhantes entre o começo e o final da variação do gradiente de temperatura. Tal fato pode ocorrer por conta do consumo de aditivo apresentar baixas porcentagens não interferindo efetivamente nas reações de hidratação dos aglomerantes.

Para o teor de 1,6% de consumo de aditivo, o traço 2 apresentou uma elevação da temperatura 10 horas antes do traço 1, para o teor de 1,9% a diferença entre as duas pasta foi de 22 horas antes para o traço 2 em relação ao traço 1. Para o teor de 2,2% e 2,5% de aditivo, as diferenças de tempos de início de pega das pastas foram de 28 e 57 horas respectivamente.

4. CONCLUSÃO

A análise dos resultados mostram que a variação da quantidade da cal em relação à quantidade de cimento das pastas produzidas ocasionaram uma variação nos tempos de pega. As pastas produzidas com 28% de cal limitam o uso do aditivo estabilizador de hidratação em 2,2%; além desse percentual de dosagem as pastas apresentaram um retardo excessivo.

Com relação as temperaturas de hidratação também observou-se uma variação. As argamassas com 32% de cal apresentaram um aumento na ordem de 14% nas temperaturas de pico.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13281: Argamassas inorgânicas – requisitos e métodos de ensaios – parte 1: Argamassas para revestimentos de paredes e tetos**. Rio de Janeiro, 2023.
- (2) TREVISOL, Luiz Alberto. Estudo comparativo entre argamassas: Estabilizada dosada em central, industrializada e produzida em obra por meio de ensaios físicos nos estados fresco e endurecido. 2015. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento de Tecnologia – Tecnologia de Materiais) – LACTEC/Instituto de Engenharia do Paraná. Curitiba, Paraná
- (3) BARCELOS, A S. Efeito de aditivos retardadores em argamassas de revestimento. 2011. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Universidade do Extremo Sul Catarinense UNESC, Criciúma-SC. de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo.
- (4) HERMANN, A. ROCHA, J P. A. **Pesquisa da viabilidade da utilização argamassa estabilizada modificada para revestimento se a necessidade de aplicação do chapisco**. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco. 2013.
- (5) HOBI S. A. Mineração de areia e concreto. **Manual técnico – Argamassa Estabilizada**. Curitiba 2014.
- (6) TOKUDOME, N. **Concreto Estabilizado. Assessoria Comercial Itambé**. Portal Itambé – inovações e novas tecnologias sobre o concreto. Curitiba, 2008. Disponível em: <http://www.cimentoitambé.com.br/concreto-estabilizado/>>. Acesso em 17 de setembro de 2018.
- (7) MEHTA, P. K., MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: microestrutura, propriedades e materiais**. IBRACON, São Paulo, 2008.