ESTUDO DA INTERFERÊNCIA DO USO DA CAL HIDRATADA NO TEMPO DE ESTABILIDADE EM ARGAMASSAS ESTABILIZADAS DOSADAS EM CENTRAL

LUIZ A. TREVISOL JR[1], DIOSNEI F. KOMAN[2],

[1]Gerente Técnico - Hobi S/A Mineração de Areia e Concreto, MSc em Tecnologia dos Materiais/LACTEC-UFPR, luiz.alberto@hobimix.com.br
[2]Estudante de Engenharia Civil, Universidade Positivo, UP/PR, diosnei@hobimix.com.br

RESUMO

A argamassa estabilizada é um dos tipos de argamassas utilizadas atualmente na construção civil. O desempenho dessas argamassas, no que diz respeito à manutenção do seu estado fresco, e suas características no estado endurecido está ligado às características dos aditivos e no tipo de cimento utilizado. O uso da cal, melhora a reologia da argamassa estabilizada, entretanto o tempo de estabilidade e a manutenção das propriedades do estado fresco são afetados, levando a uma alteração na proporção e quantidade dos aditivos utilizados. Neste trabalho foram avaliadas as interferências da utilização da cal hidratada no tempo de estabilidade e da manutenção de suas características no estado fresco.

Palavras-chave: Cal hidratada, estabilidade, argamassa estabilizada, estado fresco.

STUDY OF THE INTERFERENCE OF THE USE OF HYDRATED LIME IN STABILITY TIME IN STABILIZED MORTARS IN CENTRAL DOSES

ABSTRACT

The ready mix mortar is one of the types of mortars currently used in construction. The performance of these mortars, with respect to the maintenance of their fresh state, and their characteristics in the hardened state is linked to the characteristics of the additives and the type of cement used. The use of lime improves the rheology of the stabilized mortar, however, the stability time and the maintenance of the fresh state properties are affected, leading to a change in the proportion and quantity of the additives used. In this work the interferences of the use of hydrated lime in the stability time and the maintenance of its characteristics in the fresh state were evaluated.

Key words: Hydrated lime, stability, ready mix mortar, fresh state.

Grupo 2: oriundos de disciplinas de pós graduação, iniciação científica, trabalhos de conclusão de curso (TCC), pesquisas aplicadas e outros.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente com a normatização das atividades relacionadas à construção civil, a definição de argamassa, segundo a NBR 13281:2005[(1)], passa a ser "uma mistura homogênea de agregado(s) miúdo(s), aglomerante(s) inorgânico(s) e água; contendo ou não aditivos ou adições, com propriedades de aderência e endurecimento, podendo ser dosada em obra ou em instalação própria (argamassa industrializada)".

Com o passar dos anos e com a evolução dos processos construtivos, já é possível, por exemplo, comprar argamassas prontas, produzidas em usinas dosadoras e transportadas até a obra com caminhões betoneira, ou então argamassas industrializadas e ensacadas. Esses sistemas ajudam no ganho de produtividade, ajudam a diminuir espaço físico ocupado pelos agregados principalmente, não havendo a necessidade de estoques de materiais para a produção das 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, porém as estabilizadas apresentam em sua composição alguns aditivos, os quais são responsáveis pela melhora de suas propriedades no estado fresco e em quantidades ideais não interferem nas propriedades do estado endurecido, além de passar por um rígido controle de qualidade [(3)].

São utilizados na produção das argamassas estabilizadas. Um aditivo estabilizador de hidratação, 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 da 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 [(4)].

O período em que a argamassa permanece estabilizada, isto é, o período em que ela mantém suas propriedades no estado fresco, varia de acordo com o tipo de ligante utilizado na mistura, do teor e composição do aditivo incorporador de ar e estabilizador de hidratação [(5)].

Os aditivos incorporadores de ar são utilizados nas argamassas para reduzir a tensão superficial, promovendo a formação de bolhas que se ancoram às partículas de cimento. A estrutura química de um incorporador consiste em uma cadeia hidrocarbônica apolar com um grupo aniônico na extremidade. Ainda na interface sólido-água, onde existem forças direcionadas na superfície do cimento, os grupos polares ligam-se ao sólido mantendo os grupos apolares orientados para a fase aquosa, tornando a superfície do cimento hidrofóbica e assim o ar pode deslocar a água e permanecer ligado às partículas sólidas em forma de bolhas [(6)].

De certa forma os aditivos incorporadores de ar tem função semelhante à da cal, melhorando a plasticidade da argamassa, porém, a cal acrescenta às argamassas de forma mais eficiente outras características, como a retenção de água e a redução da rigidez, diminuindo o módulo de elasticidade.

Os aditivos estabilizadores de hidratação 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 [7].

A utilização da cal na produção das argamassas passa por todas as etapas da evolução tecnológica da construção civil. Sua utilização nas argamassas estabilizadas dosadas em central até então não era comum, por se tratar de um ligante aéreo, retentor de água e plastificante natural, suas características acabam se sobrepondo as apresentadas pelos aditivos afetando diretamente as características de manutenção no estado fresco.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a interferência do uso da cal hidratada CH I como segundo aglomerante, composto com o cimento, nas propriedades do estado fresco das argamassas estabilizadas para revestimento de paredes.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Caracterização dos materiais

a. **Cimento:** o cimento utilizado foi o CPII Z 32 – Itambé. Os ensaios físicos realizados com a amostra utilizada estão representados na Tabela 1, a seguir.

TABELA 1– Ensaios físicos amsotra de cimento CPII Z-32 utilizada.

Tempo de pega [8]		Blaine [9]	#200 [10]	#325	Resistência à compressão [11]			
Início	Fim				1 dia	3 dias	7 dias	28 dias
Min.	Min.	cm²/g	%	%	Mpa	MPa	MPa	Mpa
265	315	3708	1,95	8,33	13,9	26,1	32,3	39,8

b. **Cal:** a cal utilizada para a produção das argamassas utilizada na pesquisa foi cal hidratada do tipo CH I, produzida no mês de Novembro de 2018. Os resultados dos ensaios físicos estão representados na Tabela 2 a seguir.

TABELA 2 – Ensaios físicos amostra de cal hidratada utilizada.

Densidade aparente	Retenção peneira		NBR
	#30	#200	
(g/cm³)	%	%	
1,10	0,00	9,22	6453:2003 [12]

c. **Agregado miúdo:** a areia utilizada para o estudo foi areia de cava, de Balsa Nova, região metropolitana de Curitiba-PR. Os resultados da caracterização dos materiais estão representados na Tabela 3 a seguir.

TABELA 3 – Ensaios de caracterização do agregado miúdo.

Ensaios	Resultados	Unidade	NBR
Módulo de finura	1,47	***	245:2003 [13]
Dimensão máxima característica (DMC)	2,4	mm	248:2003 [13]
Teor de Material passante na peneira #75µm	2,97	%	46:2003 [14]
Massa específica	2,62	g/cm³	52:2009 [15]
Massa específica aparente	1,45	g/cm³	52:2009 [15]

d. **Aditivos:** Foram utilizados dois aditivos, um incoporador de ar e um estabilizador de hidratação. Os dados técnicos estão repreentados na Tabela 4 a seguir.

TABELA 4 – Dada técnicos dos aditivos.

Dados Técnicos	Incorporador de Ar	Estabilizador de Hidratação
Base Química	Resinas sintéticas	Polissacáridos
Aspecto	Líquido castanho avermelhado	Líquido amarelado
Densidade (g/cm³)	1,000 a 1,040	1,155 a 1,195
pH	10 - 12	8 - 10
Sólidos	4,0 a 6,0	39 a 43

FONTE: Adaptado – Basf.

2.2. Definição e produção dos traços

Foram produzidas duas argamassas de revestimento, com estabilidade de 72 horas, sendo uma com cal hidratada, tipo CH I como segundo aglomerante e outra sem cal, conforme TABELA 5, a seguir:

TABELA 5 – Traços produzidos – em massa.

Traços						
	Aglomerantes		Agregados	Água	Aditivos	
Descrição	Cimento	Cal	Areia Fina		IAR (%)	Estabilizador de Hidratação (%)
Traço 1	1	-	6	1,05	0,40	0,80
Traço 2	1	0,5	7,5	1,45	0,40	0,80

2.3. Avaliação do estado fresco

A avaliação do estado fresco foi dividida em duas partes:

a. Ajuste do consumo de aditivo estabilizador de hidratação avaliando o retardo de pega através de calorímetro sem-adiabático;
b. Avaliação das propriedades do estado fresco em períodos de tempos pré-determinados.
   2.3.1. Ajuste do teor de aditivo estabilizador de hidratação.

O ajuste do retardo para o tempo de início de pega foi realizado variando a quantidade de aditivo estabilizador em percentual sobre o peso do aglomerante até que a argamassa com cal hidratada apresentasse resultados aproximados aos da argamassa sem cal. A partir da definição do traço, o comparativo foi realizado entre as duas argamassas, a primeira, sem cal, tida como referência e a segunda com cal e o teor de aditivo já ajustado.

2.3.2. Propriedades do estado fresco

Para a avaliação das propriedades do estado fresco foram realizados os seguintes ensaios:

a. Teor de ar incorporado – NBR 13278:2005 [16].
b. Índice de consistência – Flow Table – NBR 13276:2016 [17].

Os períodos analisados foram divididos da seguinte maneira:

- 1ª Análise – produção das argamassas;
- 2ª Análise – 24 horas após a primeira adição de água;
- 3ª Análise – 48 horas após a primeira adição de água;
- 4ª Análise – 72 horas após a primeira adição de água.

3. RESULTADOS

3.1. Retardo para o início de pega – Calorimetria

Os resultados dos ensaios de calorimetria, em horas, apresentaram um retardo de pega maior para as argamassas sem a cal hidratada no traço. O traço da argamassa com cal hidratada, com 0,20% de aditivo estabilizador apresentou início de pega antes que a argamassa pudesse ser avaliada pelo calorímetro. Desta forma, verificou-se que para manter a argamassa estabilizada por um determinado tempo a quantidade de aditivo estabilizador para a argamassa com cal deve ser maior que para a argamassa estabilizada sem cal, conforme demonstrado na Tabela 6 a seguir.

TABELA 6 – Tempo de retardo para início de pega em horas.

Teor de aditivo estabilizador (% S.P.A.)	Tempo de Pega (horas)	
	Traço 1	Traço 2
0,00%	2:20	2:35
0,20%	24:35	
0,40%	67:20	27:15
0,60%	98:30	46:20
0,80%	148:40	95:51
1,00%		113:00
1,20%		162:30

As Figuras 1 e 2 mostram os resultados dos ensaios de calorimetria realizados.

FIGURA 1 – Curvas resultantes dos ensaios de calorimetria realizados nas argamassas sem cal hidratada.

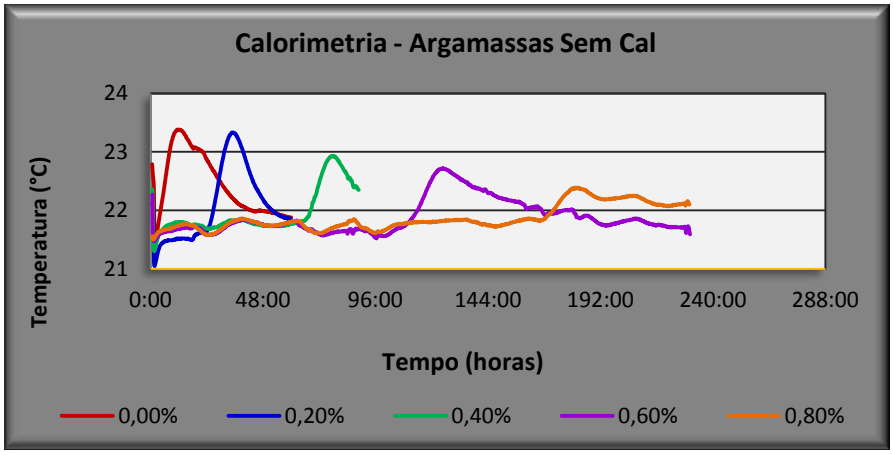
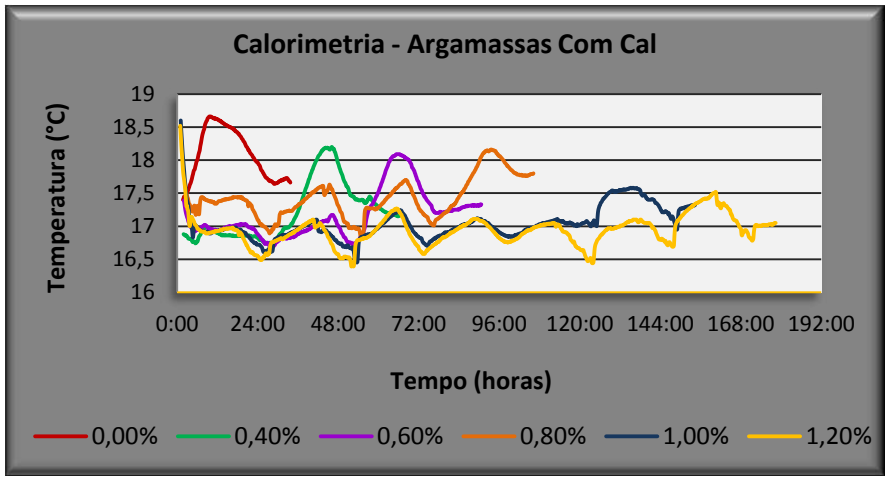


FIGURA 2 – Curvas resultantes dos ensaios de calorimetria realizados nas argamassas com cal hidratada.



A variação de temperatura verificada através do ensaio de calorimetria demostrou que o início de pega do traço com 0,80% de aditivo estabilizador de hidratação da argamassa com cal hidratada se deu com aproximadamente noventa e cinco horas. Já para a argamassa sem cal hidratada a variação de temperatura aconteceu com noventa e oito horas, com um consumo de aditivo estabilizador de hidratação de 0,60% sobre o peso dos aglomerantes.

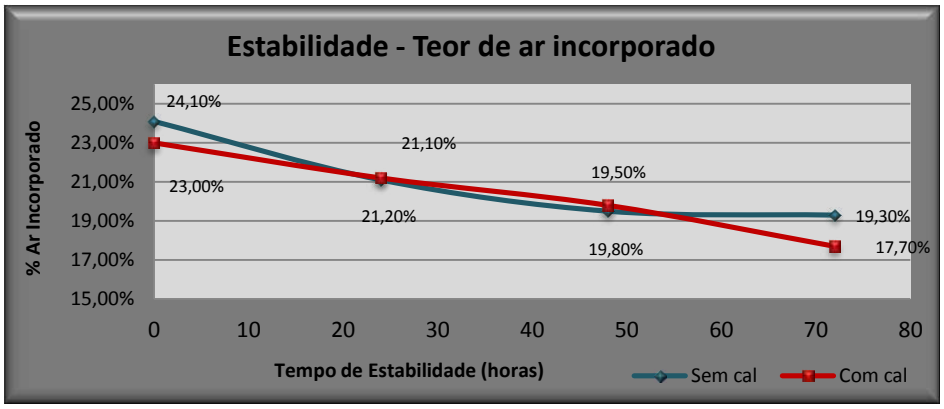
3.2. Teor de ar incorporado

A perda do teor de ar incorporado foi medida em % absoluto, levando-se em consideração o primeiro ensaio realizado a partir do momento da produção da argamassa.

Os resultados mostraram que a argamassa com cal teve um desempenho semelhante ao da argamassa sem cal até a avaliação realizada com 48 horas. Já para os ensaios realizados com 72 horas, a argamassa estabilizada sem cal apresentou resultado melhor.

Na Figura 3, a seguir estão demonstrados os resultados dos ensaios de teor de ar incorporado.

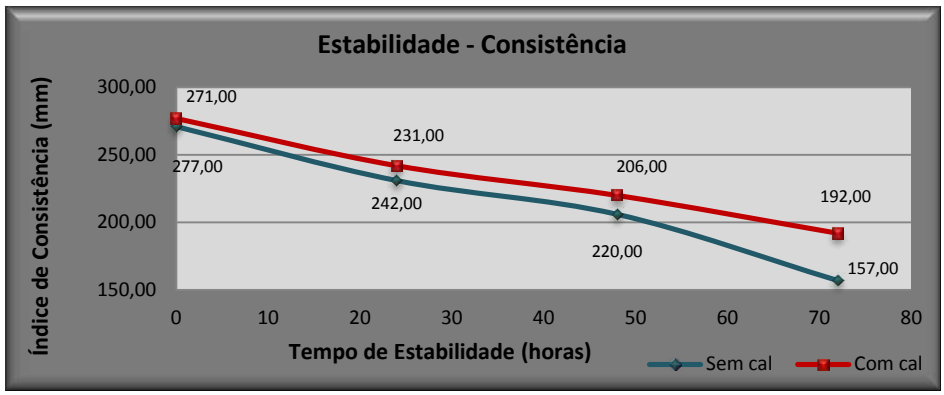
FIGURA 3 – Gráfico de dispersão, comparativo do teor de ar incorporado das argamassas trabalhadas.



3.3. Índice de consistência

A perda do índice de consistência pelo método Flow Table, em mm, de acordo com os intervalos de ensaios contados a partir do momento da produção das duas argamassas produzidas, pode ser analisada na Figura 4, abaixo.

FIGURA 4 – Gráfico de dispersão, comparativo das argamassas trabalhadas, resultante do ensaio do índice de perda de consistência desde a dosagem.



O melhor desempenho foi verificado nas argamassas com presença de cal, onde a perda em percentual foi de 30,69%, enquanto a perda do índice de consistência para a argamassa sem cal foi de 42,07%. A característica da cal em ser um retentor de água potencializou a manutenção da consistência da argamassa.

4. CONCLUSÕES

A partir das análises dos resultados obtidos pode-se concluir que para conseguir manter a estabilidade de uma argamassa de revestimento com cal, o consumo de aditivo estabilizador deve ser maior, podendo variar de acordo com o percentual de cal utilizado no traço, do tipo de cimento e das características físicas dos agregados utilizados.

O fato de a argamassa com cal não estabilizar com a mesma quantidade de aditivo estabilizador utilizado nas argamassas sem cal, deve-se ao fato desse aglomerante consumir parte da água a ser utilizada pelo aditivo estabilizador para manutenção de suas propriedades.

Com o consumo de aditivo ajustado em 0,80% sobre o peso dos aglomerantes, as argamassas estabilizadas com cal apresentaram resultados semelhantes ao traço da argamassa sem cal com 0,60% de aditivo estabilizador de hidratação para uma estabilidade de 72 horas, ou seja, um consumo 25% maior.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13281: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Requisitos.** Rio de Janeiro, 2005.

(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 06 f**.** 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.

(4) HOBI S. A. Mineração de areia e concreto. **Manual técnico – Argamassa Estabilizada**. Curitiba 2014.

(5) 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.

(6) MEHTA, P. K., MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: microestrutura, propriedades e materiais**. IBRACON, São Paulo, 2008.

(7) 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.

(8) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16607: Cimento Portland – Determinação dos tempos de pega**. Rio de Janeiro, 2018.

(9) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16372: Cimento Portland – e outros materiais em pó. Determinação da finura pelo método de permeabilidade ao ar (Método de Blaine)**. Rio de Janeiro, 2015.

(10) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 11579 – Cimento Portland. Determinação do índice de finura por meio de peneira 75µm (nº 200).** Rio de Janeiro, 2013.

(11) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 7215 – Cimento Portland. Determinação da resistência à compressão em corpos de prova cilíndricos.** Rio de Janeiro, 2019.

(12) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 6453 - Cal virgem para a construção civil – requisitos.** Rio de Janeiro, 2003.

(13) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 248 - Agregados – Determinação da composição granulométrica.** Rio de Janeiro, 2001.

(14) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 46 - Agregados – Determinação do material fino que passa através da peneira #75µm, por lavagem**. Rio de janeiro, 2003.

(15) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 52:2009: Agregados – Determinação da massa específica e massa específica aparente**. Rio de Janeiro, 2009.

(16) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13278: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação do teor da densidade de massa e teor de ar incorporado.** Rio de Janeiro, 2005.

(17) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13276: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Preparo da mistura e determinação do índice de consistência**. Rio de Janeiro, 2005.