



CONTROLE TÉCNICO NA PRODUÇÃO DE ARGAMASSA ESTABILIZADA

Tema: Tecnologia dos materiais

FERNANDA F. RIBEIRO¹, HELENA CARASEK²

¹Eng. Civil, estudante do curso de especialização em construção Civil – Universidade Federal de Goiás/ UFG – fe_fernandes01@outlook.com.

² Prof^a. Dr^a., Universidade Federal de Goiás/UFG, hcarasek@ufg.br

RESUMO

A falta da definição de parâmetros de controle das argamassas faz com que muitas vezes produtos que em laboratório apresentam excelente desempenho técnico não atinjam o devido potencial a partir de uma linha de produção. Este trabalho visa avaliar os parâmetros de controle tecnológico a partir da produção de três diferentes traços de argamassa estabilizada, produzidas em central, para uso como revestimento de paredes, com um total de 1033 amostras analisadas.

Palavras-chave: argamassa estabilizada, produção, controle tecnológico.

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

ABSTRACT

The lack of definition of control parameters or simply the lack of them often means that products that present excellent technical performance in the laboratory do not reach their full potential on a production line. This paper aims to evaluate the technical control parameters of three different mixtures of stabilized mortar for coating from its production.

Keywords: ready-to-use mortar, production, technological control.



1. INTRODUÇÃO

A industrialização é um processo socioeconômico que consiste em aperfeiçoar sistemas e/ou etapas visando uma melhor eficiência das atividades que o compõe e, conseqüentemente, uma maior geração de lucro. A tecnologia é utilizada na maior parte das vezes em substituição a trabalhos braçais e artesanais, intensificando o processamento das matérias primas em bens de consumo e produção. Na construção civil a industrialização se tornou imprescindível; a evolução dos sistemas construtivos, aliada à tecnologia dos materiais e à automatização dos processos de fabricação trouxe à realidade dos canteiros de obra um melhor controle das operações, bem como uma maior rastreabilidade dos produtos utilizados.

Quando se trata de argamassas, o processo de industrialização não é tão recente. Segundo Macioski ⁽¹⁾ et al. (2013), ele ocorreu em meados da década de 50, no entanto somente após o surgimento dos aditivos nos anos 70, foram produzidas argamassas prontas capazes de manter suas características de uso por vários dias. Após alguns anos de uso na Europa, a argamassa pronta começou a ser utilizada no Canadá, nos anos de 1980, e nos estados Unidos em 1982. No Brasil, o seu primeiro registro é datado no ano de 1985, na cidade de São Paulo, e, posteriormente, no ano de 2003; desde então vem ganhando seu espaço no mercado até os dias atuais.

A argamassa estabilizada é um tipo de argamassa pronta para uso; os tempos de estabilização podem variar de 12 horas até 72 horas. Elas são argamassas produzidas em centrais dosadoras, entregues em caminhões betoneira e que mantem suas propriedades no estado fresco pelo período pré-determinado em sua estabilização mesmo sendo um produto produzido a partir de um sistema automatizado e sob um rigoroso controle tecnológico desde a caracterização das matérias primas, passando pelo processo de dosagem, produção e, por fim, sendo entregue em obra, existe a preocupação com a padronização em seu controle de qualidade.

Seguindo a linha do processo de industrialização dos canteiros de obra, a argamassa estabilizada se consolidou como um produto capaz de atender tal demanda, com a facilidade de não se produzir argamassa em canteiro e de não haver a necessidade de estoques de matérias primas para a sua produção. Assim, a padronização dos processos de controle faz-se necessária. Um grande passo foi dado a partir da atualização da ABNT NBR 13281⁽²⁾ que precisou ser revisada. Com a necessidade técnica da avaliação de propriedades mecânicas imprescindíveis para um bom desempenho de um revestimento de argamassa, é importante que os processos de execução e de controle também sejam criados e olhados com um senso crítico com as finalidades da obtenção de dados que possam ser utilizados para uma melhora de todo o sistema. Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o



controle tecnológico adotado a partir de critérios pré-estabelecidos de uma empresa responsável pelo processo de dosagem de argamassas estabilizadas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais utilizados

Os dados analisados foram obtidos a partir da produção, em usina, de três variações de argamassas estabilizadas para revestimento, sendo elas: estabilidade de 12, 36 e 72 horas. As amostras foram identificadas e separadas em grupos de acordo com o tempo de estabilidade, sendo apresentadas na Tabela 1.

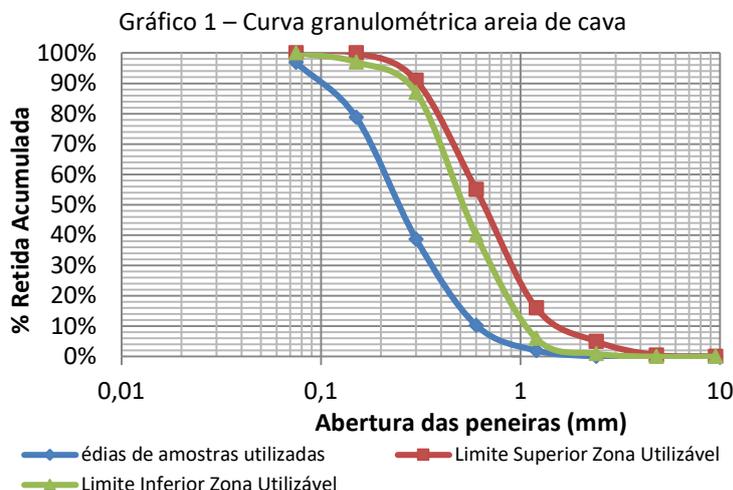
Tabela 1 – Tipos de argamassa estudados

Argamassa	Tempo de estabilização	Número de Amostras
A	12 horas	218
B	36 horas	665
C	72 horas	150
Total		1033

Nas argamassas “A” utilizou-se cimento Portland CP IV 32 RS com massa específica $2,98\text{kg}/\text{m}^3$ e para as amostras “B” e “C” cimento Portland CP II F 40 com massa específica de $3,05\text{kg}/\text{m}^3$. Em ambos os produtos, tem-se a utilização da cal hidratada CH I apresentam massa específica de $2,37\text{kg}/\text{m}^3$, agregado miúdo natural extraído de cava com curva granulométrica apresentado no gráfico 1, água e aditivos incorporador de ar e estabilizador de hidratação. As composições de cada traço estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Proporção de material para cada tipo de argamassa

Composição dos traços analisados						
Argamassa	Cimento (kg)	Cal Hidratada (kg)	Areia Natural (kg)	Água (kg)	Aditivo Incorporador (%)	Aditivo Estabilizador (%)
A	168	87	1095	222	0,42	0,60
B	129	51	1215	216	0,29	1,47
C	165	45	1227	210	0,25	1,80



2.2 Métodos utilizados

A partir de estudo de dosagem de argamassa em laboratório foram pré-estabelecidos parâmetros de validação onde representam o desempenho para cada grupo amostral, são estipulados para as argamassas em seu estado fresco os seguintes parâmetros como mostras a tabela 3.

Tabela 3 – Parâmetros de liberação da expedição

Amostra	Teor de ar incorporado (%)	Índice de consistência (mm)
A	22 a 24	255 a 265
B	22 a 24	260 a 270
C	22 a 24	270 a 280

Para as argamassas os índices de consistência variam devido ao seu tempo de uso, visando manter suas características de trabalhabilidade até final da sua vida útil de acordo com sua utilização.



Já para as argamassas em seu estado endurecido os resultados apresentados como parâmetros foram definidos a partir do seu potencial de desempenho, que são apresentados na tabela 4.

Tabela 4 - Parâmetros de desempenho pré-estabelecidos em laboratório

Amostra	Resistência a tração na flexão (Mpa)	Resistência a compressão (Mpa)	Resistência potencial de aderência à tração (Mpa)	Densidade de massa aparente no estado endurecido (g/cm ³)	Módulo de elasticidade dinâmico (GPa)
A	1,5 a 2,7	4,0 a 6,5	≥ 0,3	1400 a 1800	8 a 10
B	1,5 a 2,7	5,5 a 9,0	≥0,2	1400 a 1800	10 a 12
C	1,5 a 2,7	5,5 a 9,0	≥0,2	1400 a 1800	10 a 12

A partir das definições de parâmetros foram obtidos dados de argamassas produzidas a partir de usina dosadora e misturadas em caminhão betoneira. Após a mistura e antes da liberação das cargas para entrega, foram realizados ensaios de determinação do teor de ar incorporado e do índice de consistência a fim de confirmar se os padrões pré-estabelecidos para cada tipo de argamassa estavam sendo respeitados.

A coleta das amostras para os ensaios no estado endurecido é realizada logo após a finalização dos ensaios no estado fresco, sendo moldado um conjunto triplo de prismas, de 4x4x16 cm, destinado aos ensaios de módulo de elasticidade, resistência à compressão e à tração, além da aplicação do revestimento sobre uma placa de substrato padrão destinado ao ensaio de potencial de aderência.

Para este estudo foram realizados ensaios de 1033 amostras de argamassa no estado fresco em um período de seis meses de produção, dos quais, a cada dez cargas foi requisitado a coleta de amostras para a avaliação das propriedades mecânicas descritas da NBR 13281⁽²⁾. Tais ensaios foram realizados conforme a metodologia definida por cada norma vigente, conforme apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 – Ensaios realizados

Método de ensaio	Número de determinações
Determinação do índice de consistência	ABNT NBR 13276 ⁽³⁾ 1
Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado	ABNT NBR 13278 ⁽⁴⁾ 1
Resistência à compressão	ABNT NBR 13279 ⁽⁵⁾ 6



Densidade de massa aparente no estado endurecido	ABNT NBR 13280 ⁽⁶⁾	3
Resistência à tração na flexão	ABNT NBR 13279 ⁽⁷⁾	3
Resistência potencial de aderência à tração	ABNT NBR 15258 ⁽⁸⁾	10
Módulo de elasticidade dinâmico	ABNT NBR 15630 ⁽⁹⁾	3

3. RESULTADOS

Serão apresentados resultados obtidos através dos ensaios realizados nas amostras de argamassa estabilizada produzidas em usina dosadora, sendo possível analisar e comparar suas propriedades para as diferentes idades de estabilização.

As Tabelas 6 e 7 apresentam os resultados obtidos nos ensaios de liberação (teor de ar incorporado e índice de consistência).

Tabela 6 – Resultado dos ensaios de teor de ar incorporado

Argamassa	Média (%)	Desvio Padrão (%)	Coefficiente de variação (%)
A	24,2	4,8	20
B	23,7	5,0	21
C	23,8	1,4	6

Observando os resultados dos ensaios apresentados na Tabela 6, é possível observar que para todas as argamassas, independentemente do tempo de estabilidade, apresentam teor de ar incorporado médio condizente com os limites previamente estabelecidos, porém, para as argamassas “A” e “B” o coeficiente de variação é maior do que 15%, tal comportamento segundo a estatística indica uma moderada dispersão dos resultados dentro da população.

Tabela 7 – Resultado dos ensaios de índice de consistência

Argamassa	Média (mm)	Desvio Padrão (mm)	Coefficiente de variação (%)
A	259	15	6
B	264	11	4
C	269	8	3



As argamassas “A” e “B” apresentaram resultados médios dentro dos parâmetros estabelecidos para cada produto, já a argamassa “C” apresenta valor inferior na ordem de 4%. Observando os valores de desvio padrão e de coeficiente de variação, todas as amostras apresentaram uma fraca dispersão de resultados para a população analisada.

As tabelas a seguir apresentam resultados das argamassas em seu estado endurecido com a realização dos ensaios na idade de 28 dias.

Tabela 8 – Resultado dos ensaios de resistência à compressão

Argamassa	Resistência à compressão (MPa)	Desvio Padrão (MPa)	Coeficiente de variação (%)
A	4,63	1,03	22
B	6,51	1,43	22
C	4,67	3,19	68

Tabela 9 – Resultado dos ensaios de resistência à tração

Argamassa	Resistência à tração na flexão (MPa)	Desvio Padrão (MPa)	Coeficiente de variação (%)
A	2,05	0,42	21
B	2,48	0,53	21
C	1,84	0,90	49

Conforme apresentado na Tabela 8 a 9 as argamassas “A” e “B” cumprem os requisitos estabelecidos como também pela NBR 13281⁽²⁾, já o grupo amostral “C” não atende suas predefinições a compressão, mostrando valor menor de 15% do desejado considerando o limite inferior.

Tabela 10 – Resultado dos ensaios de resistência potencial de aderência à tração

Argamassa	Média (MPa)	Desvio Padrão (MPa)	Coeficiente de variação (%)
A	0,29	0,08	27
B	0,14	0,06	43
C	0,11	0,03	24



Os resultados apresentados na tabela 10 quanto à resistência potencial de aderência não foram satisfatórios, pois nenhum dos grupos atingiu os resultados esperados, assim como apresentaram coeficiente de variação acima de 15% uma grande dispersão amostral.

Tabela 11 – Resultado dos ensaios de módulo de elasticidade

Argamassa	Média (MPa)	Desvio Padrão (MPa)	Coeficiente de variação (%)
A	9,30	0,87	9
B	12,46	0,90	7
C	10,97	2,71	25

Com a atualização da NBR 13281⁽²⁾, o módulo de elasticidade foi incluído como requisito classificatório; as argamassas “A” e “C” estão classificadas como “E3” (7 000 a 9 500 MPa) e a argamassa “B” está na classe “E2” (9 500 a 12 000 MPa), atendendo seus parâmetros como apresentado na tabela 11.

A tabela 12 apresenta os resultados de densidade de massa aparente.

Tabela 12 – Resultado dos ensaios de densidade de massa aparente no estado endurecido

Argamassa	Média (g/cm ³)	Desvio Padrão (g/cm ³)	Coeficiente de variação (%)
A	1580,00	46,40	3
B	1602,50	54,96	3
C	1547,50	46,83	3

Conforme apresentado na tabela 12, todas as argamassas ensaiadas se enquadram no intervalo de 1400 a 1800 kg/cm³, indicando que os teores de ar incorporado, independente da diferença dos seus valores de liberação não resultam impactos significativos na densidade.

4. CONCLUSÃO

A partir dos resultados apresentados para o estado fresco nota-se que todo o grupo amostral analisado apresenta resultados satisfatórios para âmbito de liberação e utilizações ao qual foram pré-determinadas. Com isso, o processo e os parâmetros estabelecidos para cada produto apresentam coerência para que as argamassas desempenhem trabalhabilidade durante seu tempo de estabilidade.

No estado endurecido os resultados de resistência à compressão, tração na flexão e densidade de massa aparente, atendem aos quesitos normativos, porém, no nível de produção não satisfazem os parâmetros estabelecidos, tal fato indica que são necessários ajustes nos produtos ou no processo para que os resultados satisfaçam os padrões. Para as amostras da argamassa “C”, estas possuem um coeficiente de variação discrepante das demais avaliadas, este resultado pode ter influência dos fatores de processo produtivo ou amostragem significativa, uma vez que, a rotina de produção é semanalmente, diferentemente das argamassas “A” e “B” que são produzidas diariamente, tais fatos não foram abordados no trabalho.

O processo produtivo e qualidade de argamassas produzidas em centrais dosadoras devem manter um rigoroso controle para então apresentar um bom desempenho, visto que a mesma passa por diversos processos que podem causar interferências diretas em seu resultado final. É de suma importância estabelecer parâmetros que conduzam um bom funcionamento dos produtos, equipamentos e mão de obra qualificada para tornar o processo produtivo eficaz a fim de manter e controlar o bom desempenho.

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. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13278**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa e teor de ar incorporado. Rio de Janeiro, 2005.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13279**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro, 2005.
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13280**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa aparente no estado endurecido. Rio de Janeiro, 2005.



-
5. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15258**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência potencial de aderência à tração. Rio de Janeiro, 2005.
 6. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15630**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação do modulo de elasticidade dinâmico através da propagação de onda ultra-sonica. Rio de Janeiro, 2005.
 7. BAUER, E; OLIVEIRA, V. C. O. **Comportamento e propriedade das argamassas estabilizadas de revestimento**. São Paulo: SBTA, 2017.
 8. KEBHARD, J. M.; KAZMIERZAK, C. S. **Avaliação do comportamento de uma argamassa estabilizada ao longo do seu tempo de uso**. São Paulo: SBTA, 2017.
 9. FIORITO, Antônio J. S. I. **Manual de Argamassas e Revestimentos: Estudos e Procedimentos de Execução**. 2. ed. São Paulo: PINI, 2013.
 10. RECENA, Fernando A. P. **Conhecendo Argamassa** - 2ª ed. Porto Alegre: EDIPUCRS. Porto Alegre - RS, 2011.

Promoção:



Realização:



Apoio institucional:

