

Aplicações, propriedades e influência da cura de argamassas estabilizadas fornecidas em Concórdia - SC

Applications, properties, and influence of the curing in stabilized mortars supplied in Concórdia - SC

Girlaine Weissheimer Pertile(1), Tatiane Isabel Hentges(2)

1 Engenheira Civil pela Universidade do Contestado, Concórdia, SC, Brasil.

E-mail: girlaineweissheimer@hotmail.com | ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8150-0880>

2 Ex-professora de engenharia civil junto à Universidade do Contestado (Concórdia, SC) e atualmente doutoranda em engenharia de construção civil e urbana junto à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

E-mail: tatiane.hentges@usp.br | ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5347-6342>

Revista de Arquitetura IMED, Passo Fundo, vol. 11, n. 1, p. 108-130, janeiro-junho, 2022 - ISSN 2318-1109

DOI: <https://doi.org/10.18256/2318-1109.2022.v11i1.4636>

Sistema de Avaliação: *Double Blind Review*

Como citar este artigo / How to cite item: [clique aqui/click here!](#)

Resumo

Ainda não foram desenvolvidas normas brasileiras que padronizem a execução, aplicação e controle tecnológico de argamassas estabilizadas, havendo apenas orientações e cuidados provindos dos fabricantes. Além disso, há preocupação sobre a aplicação de argamassa estabilizada em fachadas devido a exposição, pois o sistema está sujeito a pressões ambientais estáticas e dinâmicas que contribuem para abertura de fissuras, facilitando a entrada de água e agentes agressivos. Dentro deste contexto, este trabalho objetivou avaliar argamassas estabilizadas fornecidas na cidade de Concórdia, SC. Para isso, iniciou-se com um questionário aos trabalhadores que aplicam a argamassa em obra. Então, analisou-se em laboratório as propriedades no estado fresco e endurecido das argamassas. Por fim, foi realizado comparativo da execução de cura na argamassa endurecida. Os resultados mostraram que as duas argamassas em estudo apresentaram alta retenção de água, o que pode ter influenciado na baixa resistência de aderência à tração da argamassa B, além disso, a cura por aspersão de água também reduziu a resistência de aderência à tração aos 28 dias das duas argamassas em estudo. E ainda, a cura submersa aumentou a resistência à compressão e à tração na flexão da argamassa A, no entanto, houve uma redução dessas propriedades para a argamassa B. Em relação as aplicações e procedimentos realizados por empresas participantes da pesquisa, os resultados mostraram que argamassa com tempo de estabilização de 36 e 48h são as mais utilizadas, que a maioria das aplicações é para assentamento, revestimento interno e externo de alvenarias, e que 92% das empresas não realizam cura em argamassas. Dessa forma, pôde-se concluir que não há um padrão de desempenho nas argamassas das duas empresas fornecedoras da cidade, demonstrando a importância do desenvolvimento de normas específicas para argamassas estabilizadas. Além disso, a redução nas propriedades físicas das amostras em que foi realizada cura pode demonstrar uma estratégia de dosagem, por parte das empresas, que prevê a não realização de cura no canteiro de obras.

Palavras-chave: Argamassa estabilizada; Cura; Aplicações; Propriedades.

Abstract

Brazilian standards that standardize the execution, application and technological control of stabilized mortars have not yet been developed, with only guidelines and care provided by the manufacturers. In addition, there is concern about the application of stabilized mortar on facades due to exposure, once the system is subject to static and dynamic environmental pressures that contribute to the opening of cracks, facilitating the entry of water and aggressive agents. Within this context, this work aimed to evaluate stabilized mortars supplied in the city of Concórdia, SC. For this, it began with a questionnaire to workers who apply the mortar on site. Then, the properties in the fresh and hardened state of the mortars were analyzed in the laboratory. Finally, a comparison of curing execution in hardened mortar was performed. The results showed that the two mortars under study had high water retention, which may have influenced the low tensile bond strength of mortar B. Furthermore, water spray curing also reduced the tensile bond strength at 28 days of the two mortars under study. Furthermore, submerged curing increased the compressive strength and tensile strength in the flexion of mortar A, however, there was a reduction in these properties for mortar B. Regarding the applications and procedures performed by companies participating in the research, the results showed that mortars with stabilization time of 36 and 48 hours are the most used, since most applications are for laying, internal and external coating of masonry, and that 92% of the companies do not made cure on mortars. Thus, it could be concluded that there is no performance standard for the mortars of the two supplying companies in the city, demonstrating the importance of developing specific standards for stabilized mortars. In addition, the reduction in the physical properties of the samples in which curing was performed may demonstrate a dosage strategy, by the companies, which foresees the non-performing of curing at the construction site.

Keywords: Stabilized mortar; Cure; Applications; Properties.

1 Introdução

A Argamassa estabilizada foi difundida na Alemanha em 1970, mas somente em 1985 foi trazida para o Brasil. Sendo dosada em central e composta por aditivos capazes de manter características de aplicação por até três dias, esta atende obras que demandam grandes volumes de produção em pouco tempo e, por este motivo, teve grande aceitação no Brasil. Os fabricantes recomendam sua aplicação para revestimento interno, externo e assentamento de alvenarias (JANTSCH, 2015).

Entre os aspectos mais importantes da argamassa estabilizada, destacam-se o desempenho e a durabilidade, os quais foram definidos com a NBR 15575-1 (ABNT, 2013). Com esta, foi determinado uma vida útil mínima de 40 anos para o sistema de vedação vertical externo e de 20 anos para o interno. Esses aspectos, no entanto, podem ser afetados por alguns fatores, sendo um deles a mudança drástica de temperatura, como ocorre na região sul do Brasil, onde a variação média de temperatura diária na maior parte do ano é de 9°C (VENTURES¹, 2019).

Além da vida útil, a exposição às intempéries gera também preocupações relacionadas à aplicação de argamassas estabilizadas em fachadas, pois o sistema está sujeito a pressões estáticas e dinâmicas que contribuem para abertura de fissuras durante o processo de cura, facilitando a entrada de água e agentes agressivos, e gerando consequências negativas no desempenho das vedações verticais.

Apesar disso, no Brasil a argamassa estabilizada ainda não é normatizada, tendo-se disponível apenas os manuais de boas práticas fornecidos por empresas fabricantes (ENGEMIX², CONCRESERV³, BENNTER⁴, KERBERMIX⁵). Estes manuais apresentam as orientações gerais sobre armazenamento, tempo de estabilização, tipo de aplicação e cuidados na execução (temperatura ambiente no momento da execução, espessura da camada de argamassa e cura). Quanto à cura da argamassa, a orientação é que seja realizada nas primeiras horas de aplicação, visto que Guindani (2018), ao realizar a cura, notou que a resistência à compressão da argamassa estabilizada pode aumentar aproximadamente cinco vezes.

1 Dados da Cedar Lake Ventures, Inc. Disponível em: <https://pt.weatherspark.com/y/29625/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Conc%C3%B3rdia-Brasil-durante-o-ano>

2 Empresa fabricante de argamassa estabilizada. Dados disponíveis em: https://www.votorantincimentos.com.br/wp-content/uploads/2018/08/Ficha-Tecnica_EGX_Argamassa-Estabilizada_rev_02.pdf

3 Empresa fabricante de argamassa estabilizada. Dados disponíveis em: <https://concresev.com.br/argamassa-estabilizada/>

4 Empresa fabricante de argamassa estabilizada. Dados disponíveis em: <http://www.bennter.com.br/argamassas-estabilizadas-prontas-beneficios-e-especificacoes/argamassa-express/reboco-assentamento/>

5 Empresa fabricante de argamassa estabilizada. Manual disponível para consulta na empresa de Concórdia- SC.

Outro item destacado nas orientações é o tempo de estabilização das argamassas que pode chegar a 72 horas. No entanto, Jantsch (2015) percebeu que as argamassas estabilizadas de 36 horas apresentam melhor desempenho (resistência de aderência à tração, à compressão e à tração na flexão) quando comparado com uma de 72 horas. Além disso, Macioski (2014) alerta que algumas propriedades das argamassas se modificam quando comparadas no primeiro e segundo dia de estabilização, no estado fresco: índice de consistência; densidade de massa; teor de ar incorporado e perda de água. No estado endurecido: resistência à compressão e a tração na flexão; densidade de massa aparente; módulo de elasticidade dinâmico e estático.

A partir disso, o objetivo deste trabalho é avaliar as argamassas estabilizadas fornecidas na cidade de Concórdia- SC quanto às propriedades no estado fresco e endurecido, bem como, a percepção da mão de obra do produto.

2 Referencial teórico

2.1 Argamassa Estabilizada

Com o crescente consumo de argamassa, desenvolvimento tecnológico e necessidade de agilidade nos canteiros de obras foi desenvolvido a argamassa dosada em central, conhecida como argamassa estabilizada. Esta, que se mantém trabalhável por período de até 72 horas (tempo que é função do aditivo retardador de pega utilizado), é composta por cimento, agregado miúdo, água potável e aditivos retardador de pega e incorporador de ar (JANTSCH, 2015).

As argamassas estabilizadas são fornecidas em caminhões do tipo betoneira, todavia as empresas que a utilizam devem seguir as recomendações (apresentadas no item 2.3) do fabricante quanto ao tempo de estabilização, tipo de aplicação, cura, temperatura e espessura das camadas (FERREIRA, 2010). Já o armazenamento deve ser em recipiente próprio, ter sua superfície alisada, mantido com uma lâmina de água de dois centímetros para evitar as reações do cimento.

Deste modo, Guindani (2018) ressalta que quando a argamassa estabilizada perde água para o ambiente, ocorrem as reações de hidratação do cimento e a mesma pode ser considerada como argamassa convencional, visto que o aditivo retardador de pega é efetivo com a argamassa saturada.

Diante dessas características, as vantagens da utilização desta em obras citadas na bibliografia são: eliminação de estoque de materiais em canteiro de obra, facilidade para limpeza, carga, descarga, organização, redução de pontos de água e eletricidade, menor esforço para o pedreiro, entre outros (HERMANN; ROCHA, 2013).

No entanto, alguns autores ressaltam sobre aspectos negativos da argamassa estabilizada, tais como, a perda de fluidez ao longo do tempo e maior tempo de espera

para realizar o desempenho (HERMANN; ROCHA, 2013). Jantsch (2015) ainda acrescenta que a aplicação é reduzida em situações que ocorre a presença de umidade e acúmulo de água. A inserção do aditivo retardador de pega amplia o tempo em que o material permanece trabalhável, no entanto, ocorre um aumento na retração plástica e exsudação da água. Por fim, o aditivo incorporador de ar confere trabalhabilidade, mas torna a argamassa mais porosa, permitindo a infiltração de umidade e agentes agressivos.

Apesar disso, até o momento não existe norma brasileira para regulamentar suas características, não havendo padrões mínimos de qualidade que as empresas fabricantes devem seguir, e conseqüentemente, gerando incertezas aos construtores quanto aos procedimentos necessários para aplicação (JANTSCH, 2015).

2.2 Propriedades da Argamassa

Para um bom desempenho das argamassas, se faz necessário o conhecimento das propriedades no estado fresco e endurecido. As principais propriedades da argamassa de revestimento no estado fresco são: massa específica e teor de ar incorporado, trabalhabilidade e consistência, retenção de água, aderência inicial e retração na secagem. No estado endurecido são: aderência, capacidade de absorver deformações, resistência mecânica, resistência ao desgaste e durabilidade (SABBATINI; BAÍA, 2017).

Carasek (2010) confirma essas propriedades e ainda comenta sobre a plasticidade, adesão inicial e baixa permeabilidade à água. A Tabela 1, apresenta o nível de exigência, em uma escala de 1 a 4, das propriedades no estado endurecido para aplicação de argamassa em revestimento externo.

Além disso, a Tabela 2 apresenta valores de referência normativos para as propriedades de argamassas de fachadas, as quais são classificadas (classe) conforme as características e propriedades (critério) que apresentam.

Tabela 1. Nível de exigência das propriedades de revestimento de argamassas para revestimento externo

Propriedades	Condições de exposição: 1- sem exigência; 2- pouco exigido; 3- exigido; 4- muito exigido.	
	Base pintura	Base cerâmica
Capacidade de aderência	3	4
Capacidade de absorver deformações	4	4
Resistência à tração e à compressão	3	4
Resistência ao desgaste superficial	2	1
Durabilidade	4	3

Fonte: Adaptado de Sabbatini e Baía (2017).

Tabela 2. Requisitos para argamassa de revestimento de fachada

Características	Norma	Classe	Critério
Resistência à compressão	NBR 13279/2005	P3 ou P4	2,5 a 4,5 MPa 4,0 a 6,5 MPa
Densidade de massa aparente no estado endurecido	NBR 13280/2005	M4 ou M5	1400 a 1800 kg/m ³ 1600 a 2000 kg/m ³
Resistência à tração da flexão	NBR 13279/2005	R3 ou R4	1,5 a 2,7 MPa 2,0 a 3,5 MPa
Coeficiente de capilaridade	NBR 15259/2005	C3	2,0 a 4,0
		C4	3,0 a 7,0 g/dm ² .
Densidade de massa aparente no estado fresco	NBR13278/2005	D4	1600 a 2000 kg/m ³
Retenção de água	NBR 13277/2005	U3	80 a 90%
		U4	86 a 94%
Resistência potencial de aderência à tração	NBR 15258/2021	A3	>0,30 MPa

Fonte: Sabbatini e Baía (2017).

2.3 Recomendações de Execução de Argamassa Estabilizada

As empresas fabricantes de argamassa estabilizada fazem algumas recomendações sobre o transporte, armazenamento e execução. As principais são referentes ao tempo de estabilização, o tipo de aplicação, cura, temperatura ambiente no momento de execução e espessura (emboço + reboco ou camada única), conforme a Tabela 3.

Tabela 3. Recomendações de fabricantes de argamassa estabilizada

Empresa	Tempo de estabilização	Tipo de aplicação	Cura	Temperatura de aplicação	Espessura de aplicação
Engemix ⁶	Até 36 ou 72 horas.	Revestimento de parede (internos e externos), assentamento de alvenaria de vedação.	Aspersão de água em intervalos de 1 a 2 horas durante 24 horas.	Entre 5° e 30°C.	Até 3 cm.
Concreserv ⁷	Até 36 ou 72 horas.	Emboço, reboco e assentamento de blocos.	-	-	De 2 a 3 cm.

6 Dados da Engemix. Disponível: https://www.votorantimcimentos.com.br/wp-content/uploads/2018/08/Ficha-Tecnica_EGX_Argamassa-Estabilizada_rev_02.pdf

7 Dados da Concreserv. Disponível: <https://www.concreserv.com.br/argamassa-estabilizada/>

Empresa	Tempo de estabilização	Tipo de aplicação	Cura	Temperatura de aplicação	Espessura de aplicação
Bennter ⁸	Até 24, 36, 48 e 72 horas.	Revestimentos internos e externos, assentamento.	Molhar o reboco após 24 da aplicação, repetir o procedimento por 3 dias.	Entre 5°C e 30°C.	Entre 1,5 a 2 cm por camada.
Kerbermix ⁹	Até 36 horas.	Revestimentos internos, externos e assentamento.	Névoa de água ao final da etapa do dia ou intervalos do dia.	—	De 2 a 3cm.

Fonte: Autoras (2019).

Ainda, os fabricantes indicam como principais vantagens de utilizar argamassa estabilizada: material uniforme, pronta para uso imediato, eliminação de fissuras, fácil manuseio, maior impermeabilidade, melhor acabamento e aderência, bom isolamento termoacústico, argamassa leve e de textura cremosa, produzida em grandes volumes garantindo uniformidade e maior controle tecnológico, economia de mão de obra, otimização do espaço no canteiro de obra, menos perda de material, fácil gestão de suprimentos, ausência de sacarias para descarte, contribuindo para a limpeza da obra e o meio ambiente.

2.4 Cura

Conforme Santos, Amaral e Sommerfeld (2014) quanto mais perfeita e demorada a cura das argamassas, melhores serão suas características finais. Além da resistência mecânica, a cura pode interferir na durabilidade das argamassas de revestimento, pois quando executada de forma deficiente pode acarretar fissuras.

Os fatores externos que influenciam na cura de argamassas são os efeitos da temperatura, ventilação e umidade relativa do ar. O efeito da temperatura influencia na velocidade de hidratação da argamassa, quando maior, mais rápida é a hidratação. Quando este fenômeno ocorre, resulta na queda da resistência da argamassa, pois forma estrutura densa, cristais de C-S-H maiores e maior proporção de hidróxido de cálcio. E ainda, quanto maior a temperatura, maior é a evaporação da água de hidratação, e deste modo, pode causar a inibição de hidratação, retração, estrutura porosa, permeável, perda de aderência e fissuras na argamassa (MOURA, 2007).

8 Dados da Bennter - RS. Disponível: <http://www.bennter.com.br/argamassas-estabilizadas-prontas-beneficios-e-especificacoes/argamassa-express/reboco-assentamento/>

9 Dados da Kerbermix. Cartilha Explicativa Kerbermix sobre Conceitos, Patologias e Boas Práticas em Argamassa. Disponível na empresa.

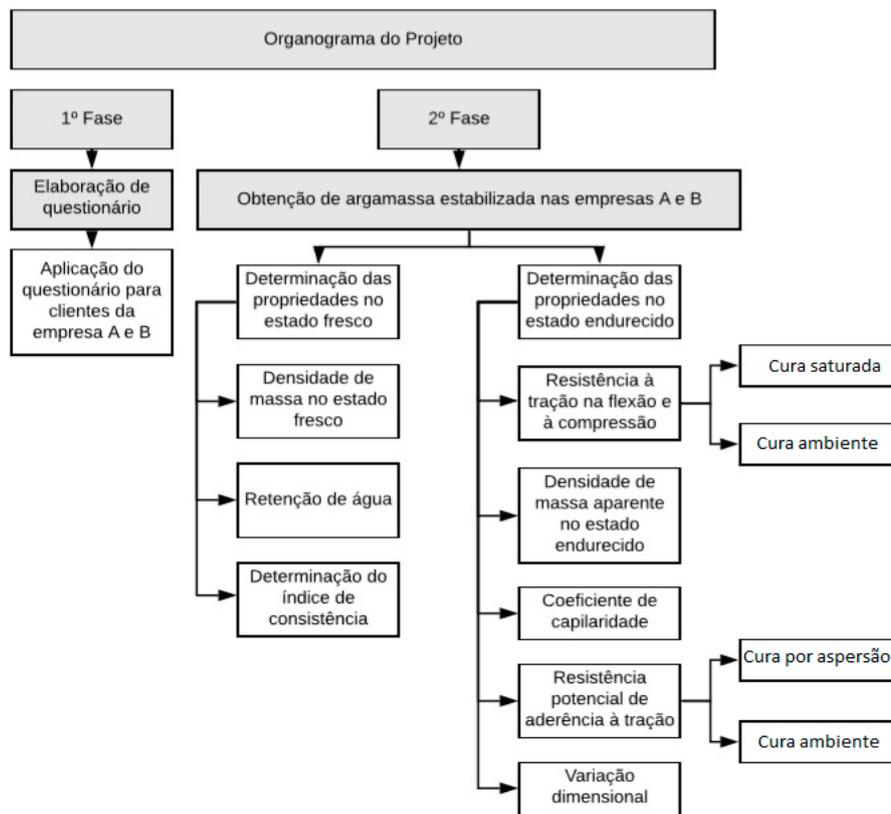
Guindani (2018) explica que quanto maior o teor de aditivo estabilizadores, maior será o tempo para ocorrer as reações de hidratação do cimento. Deste modo, com o passar do tempo, a argamassa pode perder água para o ambiente, resultando em uma hidratação parcial que compromete o desempenho mecânico. Como efeito adverso, pode ocorrer esfarelamento do revestimento e deslocamento devido à baixa resistência mecânica e aderência.

Assim, os principais processos de cura, considerados para argamassa de vedação vertical em fachada, são por aspersão e impermeabilização superficial (membrana de cura). A cura por aspersão forma uma névoa de água, fazendo com que a superfície se mantenha 100% úmida sem apresentar poças de água. Já a cura química (membrana de cura), deve ser aplicada logo após o acabamento, desde que não apresente exsudação. Após a secagem, uma barreira impermeável evitará a perda de água de hidratação (ABATTE, 2003).

3 Programa Experimental

O programa experimental adotado no desenvolvimento desta pesquisa compreende duas fases principais, cada uma contendo as etapas representadas na Figura 1.

Figura 1. Organograma resumido das etapas da pesquisa



Fonte: Autoras (2019).

Na primeira fase, foi elaborado e aplicado questionário com profissionais que utilizam argamassa estabilizada fornecidas por empresas de Concórdia, SC, com principal foco no tipo de aplicação de argamassa. Na segunda fase foram analisadas algumas propriedades de duas amostras de argamassas fornecidas por empresas da mesma cidade.

Ressalta-se que Concórdia¹⁰ é uma cidade de pequeno porte, possuindo aproximadamente 74.641 habitantes, na data da pesquisa existiam apenas duas empresas fornecedoras de argamassa estabilizada e o produto ainda estava sendo inserido no mercado local.

3.1 Fase 1: aplicação de questionário sobre Argamassa Estabilizada

Foram entrevistadas 13 pessoas que trabalham com argamassa estabilizada, entre elas, engenheiros, mestre de obras e proprietários de empresas que realizaram pedidos de argamassa estabilizada no **último** mês. A pesquisa foi realizada por meio de questionário múltipla escolha, submetido ao comitê de ética da UnC (Universidade do Contestado), número do parecer 3.516.582, no mês de junho de 2019.

3.2 Fase 2: coleta da Argamassa Estabilizada

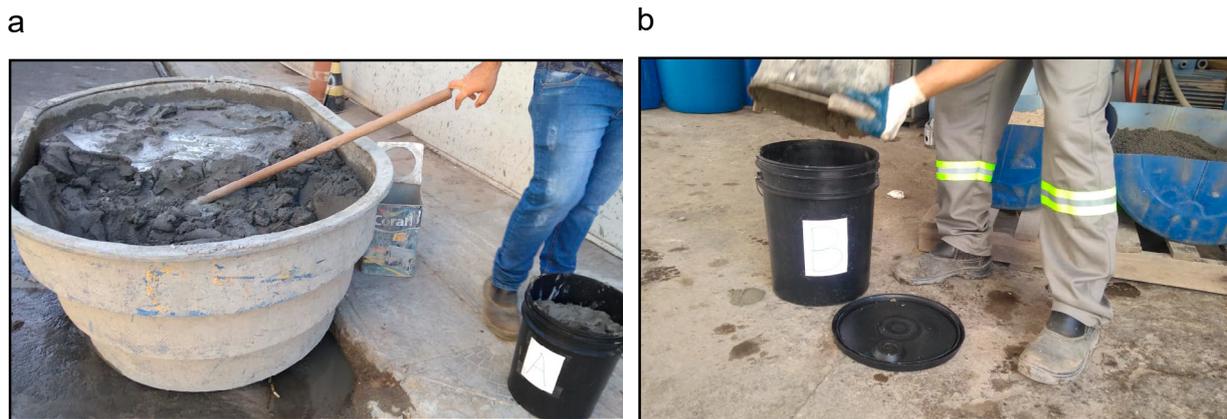
Foram coletadas duas amostras distintas de argamassas estabilizadas dosadas em central, ambas compostas por areia, cimento, água, aditivo retardador de hidratação e incorporador de ar. A argamassa A foi fornecida pela empresa A e tinha 48 h como tempo de estabilização. Já a argamassa B, foi fornecida pela empresa B com tempo de estabilização de 36 h.

A amostra A foi coletada diretamente da caixa de argamassa na obra, aproximadamente oito horas após o recebimento do material. A amostra B foi coletada na empresa fabricante, aproximadamente oito horas após sua produção.

As argamassas foram armazenadas dentro de recipiente com tampa, conforme apresentado na Figura 2, possibilitando fechamento hermético para evitar a perda de água durante o armazenamento e transporte até o laboratório da universidade, onde os ensaios no estado fresco e endurecido foram realizados.

10 Dados do município de Concórdia- SC. Disponível em: <https://www.cidade-brasil.com.br/municipio-concordia.html>

Figura 2. Coleta da argamassa da empresa A (a), coleta da argamassa da empresa B (b)



Fonte: Autoras (2019).

3.3 Ensaios em laboratório

A definição dos ensaios se deu a partir dos aspectos de durabilidade e desempenho descritos por Sabbatini e Baía (2017), apresentadas na Tabela 2. Também foi realizado ensaio do coeficiente de retração, visto que há aplicação de argamassa em fachadas, ensaio de consistência já que esta interfere na aplicação da argamassa no substrato.

Ainda foi realizado ensaios com diferentes tipos de cura em algumas propriedades, visto que a cura por aspensão de água é indicada por fabricantes de argamassa estabilizada e a cura submersa resulta em aumento de resistência conforme os resultados de Guindani (2018). Nos ensaios de resistência potencial de aderência à tração foi aplicado a cura por aspensão de água e cura ambiente, nos ensaios de resistência à tração da flexão e à compressão foi realizado a cura submersa e cura ambiente.

Os ensaios foram realizados conforme as orientações das normas brasileiras de argamassa convencional, no Laboratório de Concreto na Universidade do Contestado, Campus de Concórdia – SC, aproximadamente uma hora após a coleta dos materiais.

3.3.1 Ensaios no Estado Fresco

Foram avaliadas a densidade de massa aparente, retenção de água e índice de consistência das argamassas no estado fresco. Para determinação da densidade de massa aparente no estado fresco foram adotadas as orientações da NBR 13280 (ABNT, 2005) que indica a determinação desta propriedade para o estado endurecido. Todavia realizou-se a pesagem da argamassa no estado fresco. A Tabela 4 apresenta os ensaios realizados e os procedimentos.

Tabela 4. Ensaios no estado fresco

Ensaios	Procedimento
Densidade de massa aparente	NBR 13280 (ABNT, 2005)
Retenção de água	NBR 13277 (ABNT, 2005)
Índice de Consistência	NBR 13276 (ABNT, 2016)

Fonte: Autoras (2019).

3.3.2 Ensaios no Estado Endurecido

As argamassas estabilizadas foram analisadas quanto as seguintes propriedades no estado endurecido: resistência à tração na flexão e à compressão; densidade de massa aparente; coeficiente de capilaridade; resistência potencial de aderência à tração e variação dimensional (retração ou expansão linear). A Tabela 5 apresenta os tipos de ensaio, os procedimentos, a quantidade de corpos-de-prova utilizados e o tempo de cura das amostras.

Tabela 5. Ensaios no estado endurecido

Ensaios	Procedimento	Quantidade de corpos-de-prova/ tempo de cura
Resistência à tração na flexão e à compressão	NBR 13279 (ABNT, 2005)	3 com cura ambiente durante 28 dias. 3 com cura ambiente durante 7 dias, em seguida cura saturada durante 21 dias.
Densidade de massa aparente	NBR 13280 (ABNT, 2005)	3 com cura ambiente durante 28 dias.
Coeficiente de capilaridade	NBR 15259 (ABNT, 2005)	3 com cura ambiente de 28 dias.
Resistência potencial de aderência à tração	NBR 15258 (ABNT, 2005)	11 com cura ambiente (amostra A). 9 com cura por aspersão de água (amostra A). 3 com cura ambiente (amostra argamassa B).
Variação dimensional (retração ou expansão linear)	NBR 15261 (ABNT, 2005)	3 com 28 dias de cura.

Fonte: Autoras (2019).

Para realizar o ensaio de resistência potencial de aderência à tração foram executadas duas paredes de dimensões 9x29x49 cm (largura, altura, comprimento) com tijolos cerâmicos de 6 furos horizontais. O traço da argamassa de assentamento foi de 1:6 (cimento e areia) e do chapisco 1:3 (cimento e pedrisco). A argamassa estabilizada foi aplicada em camada única de aproximadamente 2 centímetros, tendo sido aplicada argamassa em ambas as faces das paredes, definido uma face com argamassa A e a outra com a B.

Em uma das paredes foi realizado cura ambiente, na outra aspersão de água, de forma que a argamassa de cada empresa teve os dois tipos de cura citados. A cura por aspersão foi realizada nas primeiras 24 horas a cada duas horas e durante a noite foi

coberta com uma toalha úmida. Nas 48 horas seguintes, foi realizada aspersão de água uma vez ao dia. A Figura 3 ilustra as duas paredes.

Figura 3. a) Paredes com chapisco. b) Paredes com argamassa estabilizada.

a)



b)



Fonte: Autoras (2019).

Para a realização dos testes de arrancamento, a amostra de argamassa B adquiriu pouca resistência e apresentou um aspecto de esfarelamento tanto na cura ambiente quanto na cura úmida. Uma das consequências disso foi a perda de amostras durante o corte com serra-copo realizado ao 25º dia de idade. Para o teste restaram apenas três amostras para a argamassa B com cura ambiente (Figura 4a), as quais apresentaram espaçamento fora de norma e, para a argamassa B sob cura úmida, não foi possível determinar a resistência de arrancamento (Figura 4b). As amostras da argamassa A estão representadas na Figura 4c.

Figura 4. Corte do revestimento da argamassa A e B.

Cura ambiente- argamassa B



Cura por aspersão de água- Argamassa B



c) Paredes com corte da argamassa A e colagem das pastilhas no 25º dia



Fonte: Autoras (2019).

O ensaio da variação dimensional também teve algumas particularidades, seguiu parcialmente as diretrizes da NBR 15261 (ABNT, 2005), e a partir deste foi determinado o coeficiente de variação dimensional das argamassas. Para este ensaio, os moldes foram fabricados em madeira, com dimensões de 25 x 25 x 285,5 mm, revestidos com fita adesiva, sendo que não foram instalados os pinos descritos na norma citada. A Figura 5 apresenta os moldes.

Figura 5. Moldes para ensaio de variação dimensional



Fonte: Autoras (2019).

Para a medida da variação do comprimento dos corpos de prova foi utilizado paquímetro e os resultados da variação dimensional foram calculados pela seguinte expressão:

$$\varepsilon_i = \frac{L_i - L_0}{0,285} \quad (\text{Equação 1})$$

Sendo:

ε_i é a medida da variação dimensional, caracterizada como retração (quando negativa) ou expansão (quando positiva), na idade “i”, arredondada ao centésimo mais próximo, em milímetros por metro;

L_i é a leitura efetuada na idade final, em milímetros;

L_0 é a leitura efetuada após a desforma, em milímetros;

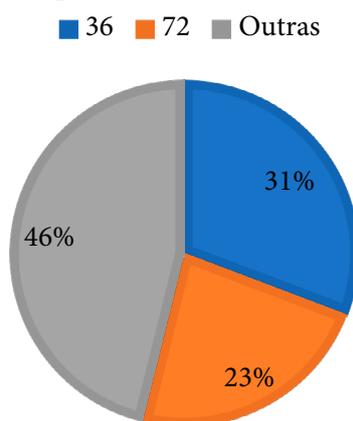
i é a idade de leitura.

4 Resultados e discussões

4.1 Questionário Sobre Argamassa Estabilizada

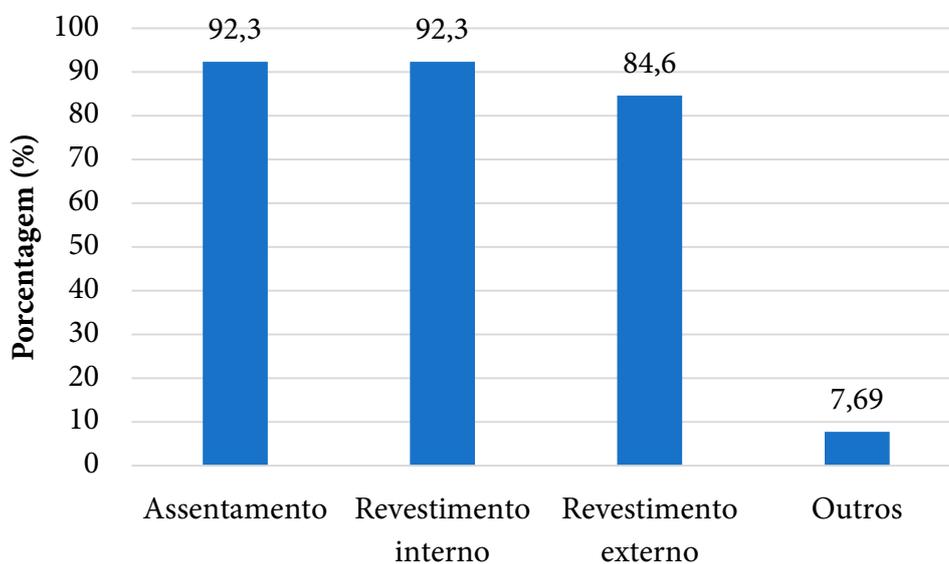
Com base nos resultados do questionário, nota-se que a maioria das empresas utilizam argamassa estabilizada para 36 e 48 horas (alternativa outras do questionário) (Figura 6). Além disso, é possível observar que as empresas aplicam argamassa estabilizada principalmente para assentamento, revestimento interno e externo (Figura 7). O item outros da pesquisa, tem como aplicação de argamassa no contrapiso.

Figura 6. Tempo de estabilização de argamassa



Fonte: Autoras (2019).

Figura 7. Tipo de aplicação de argamassa estabilizada



Fonte: Autoras (2019).

Em relação aos cuidados na aplicação da argamassa, 69% das empresas aplicam argamassa em temperaturas acima de 30°C e abaixo de 5°C; 92% não realizam cura; e 92% aplicam chapisco e umedecem o substrato previamente à aplicação. Além disso, 7,69% dos respondentes também indicaram perceber que a argamassa é muito fluida

e vários apontaram a má qualidade de argamassa fornecida por algumas empresas, retração e superfície áspera

4.2 Resultados dos Ensaios em Laboratório

4.2.1 Propriedades da Argamassa do Estado Fresco

A argamassa A apresentou densidade 13,5% maior em relação à argamassa B (Tabela 6). Esta variação pode ser explicada pelo maior teor de ar incorporado na argamassa B, o que reduz a densidade (BIAVA; CARNEIRO; IRRIGARAY, 2018). É possível observar, ainda, que os resultados da argamassa A e B estão dentro dos parâmetros definidos por Sabbatini e Baía (2017), em que a densidade no estado fresco deve estar compreendida entre 1600 a 2000 kg/m³ para que a argamassa promova bom desempenho ao longo da vida útil.

Tabela 6. Resultados dos ensaios no estado fresco

Ensaio	Argamassa A- 48h	Argamassa B- 36h
Densidade de massa aparente (kg/m ³)	1966,15	1731,77
Retenção de água (%)	98,16	97,65
Índice de consistência (mm)	239	247

Fonte: Autoras (2019).

Já a retenção de água, apresenta uma diferença de apenas 0,52% entre as argamassas. Entretanto, confrontando os resultados com os aspectos de durabilidade descritos por Sabbatini e Baía (2017), nota-se um desacordo, pois segundo os autores devem estar compreendidos entre 80 a 90% ou 86 a 94%. Ainda, Jantsch (2015) adverte que as argamassas com retenção de água superior a 95% podem ocasionar uma perda de aderência entre a argamassa e a base porque o substrato vai ser incapaz de sugar água e finos para ancoragem. Por fim, a norma americana ASTM C1142 estabelece valor mínimo de retenção de água de 75% para aceitação do material, no entanto, não indica parâmetros de valor máximo.

No ensaio de índice de consistência, houve uma discrepância de aproximadamente 3,3% (Tabela 6), sendo a argamassa B mais fluida que a argamassa A. A argamassa B apresenta consistência dentro da média de outros estudos, como visto em Macioski (2014) (242,8 a 278,8 mm). Já Guindani (2018) indica que o índice de espalhamento de 270±10 mm pode ser considerado adequado para argamassa com função de revestimento. O mesmo autor ainda discute que há uma perda do índice de espalhamento em mm/h em argamassas estabilizadas, o que pode explicar o menor espalhamento da argamassa A, já que ela possuía algumas horas a mais no momento do ensaio.

Entretanto, considerando o exposto por Guindani (2018) haverá 48h de redução no índice de consistência da argamassa A e 36h para argamassa B. Considerando

a diferença de tempo após a produção das argamassas em estudo e o momento dos ensaios, o índice de consistência da argamassa A não deveria ser menor que a argamassa B, visto que a argamassa A tem tempo de estabilização maior.

4.2.2 Propriedades da Argamassa no Estado Endurecido

A Tabela 7 apresenta os resultados dos ensaios no estado endurecido em que foi avaliado diferentes tipos de cura.

Tabela 7. Resultados dos ensaios no estado endurecido com diferentes tipos de cura

Ensaio	Argamassa A- 48h-Cura Ambiente	Argamassa A- 48h- Cura Saturada	Argamassa B- 36h- Cura Ambiente	Argamassa B- 48h- Cura Saturada
Resistência à compressão (MPa)	6,35	6,98	5,35	3,36
Resistência à Tração na Flexão (MPa)	4,45	5,75	4,37	2,76
Resistência Potencial de Aderência à Tração (MPa)	0,38	0,27	0,26	Sem resultados

Fonte: Autoras (2019).

Pode-se observar que a argamassa A com cura saturada apresentou a maior resistência à compressão em relação às demais amostras, isso representa aumento de 9,9% apenas pela alteração de ambiente para saturada. No entanto, esse mesmo procedimento gerou redução de 37,2% na resistência à compressão da argamassa B. Isso pode estar relacionado ao tipo de aditivo retardador de pega utilizado ou ao percentual de aditivos na composição da argamassa B, que pode, também, ter influenciado a maior fluidez. Nota-se ainda, que todos os valores de resistência à compressão obtidos estão dentro da média de outros estudos, conforme os resultados de Carabalone (2017) e Machado (2018) que apresentam resistência à compressão entre 1 a 4,5 MPa e 1,41 a 8,33 MPa, respectivamente. Já para Sabbatini e Baía (2017), a argamassa A com cura saturada ultrapassa o valor de resistência indicado.

Quando analisada a influência da cura, os resultados da argamassa B contrariam o que foi apresentado por Guindani (2018), que obteve um aumento na resistência à compressão de aproximadamente 5 vezes.

O efeito verificado na compressão também foi identificado na resistência a tração na flexão das argamassas estudadas. A argamassa A com cura saturada apresentou maior resistência quando comparada às demais e a cura desta amostra elevou o resultado em 29,21%. Assim como na compressão, para a argamassa B a cura saturada gerou uma redução de 36,85%.

O maior tempo de estabilização previsto pelo fabricante (48h – argamassa A), neste trabalho, foi relacionado à maior resistência mecânica. Isso contraria os resultados de Carabalone (2017) onde a argamassa 36 horas apresentou resistência à tração na flexão 2,11 vezes maior em relação argamassa 48h. Segundo o autor o aumento de aditivo incorporador de ar e aditivo estabilizador de hidratação diminuem a resistência à tração na flexão.

Para finalizar, observou-se que somente a argamassa B com cura saturada está dentro dos parâmetros de durabilidade definidos por Sabbatini e Baía (2017), os outros resultados ultrapassam o valor de resistência indicados pelos autores, que classificam como argamassa “forte” para revestimento externo.

No ensaio de resistência de aderência à tração, a argamassa A com cura ambiente obteve valores aproximadamente 46% maiores quando comparados com a amostra B nas mesmas condições e aproximadamente 40,74% que a mesma amostra após cura por aspersão. Além disso, confrontando os resultados da pesquisa com os parâmetros de resistência de aderência à tração definidos pela NBR 13749 (ABNT, 2013), percebe-se que a argamassa A com cura ambiente pode ser aplicada em revestimento interno e externo e a argamassa B pode ser aplicada somente em revestimento interno.

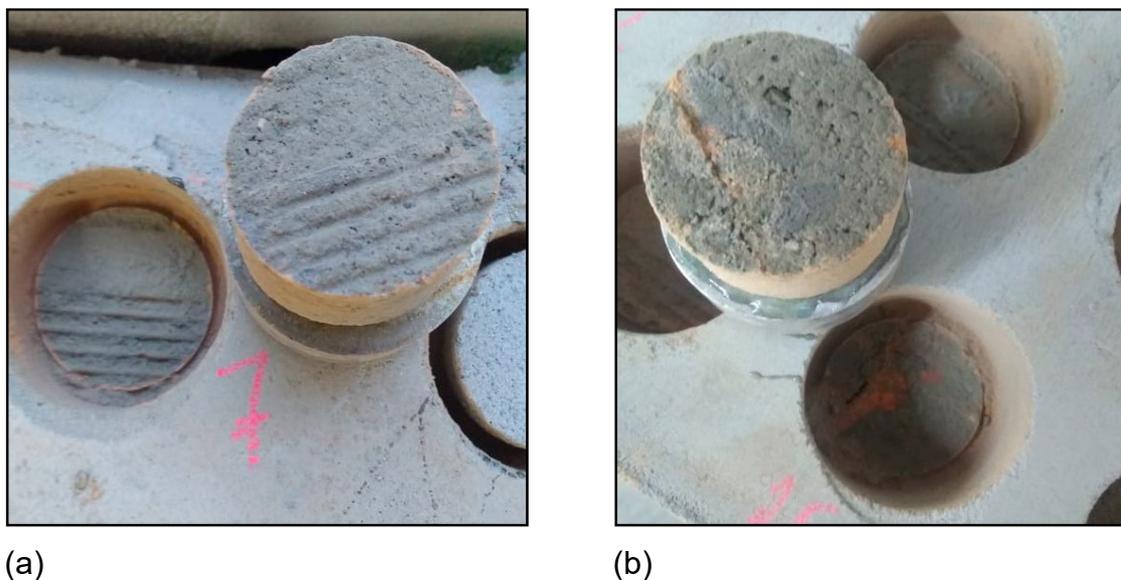
Observou-se também as formas de ruptura dos corpos de prova, conforme Tabela 8. Nota-se que a maioria das formas de ruptura das argamassas foram na interface chapisco/argamassa, o que confirma o que foi advertido por Jantsch (2015) referente à alta retenção de água da argamassa. A Figura 8 ilustra as principais formas de ruptura da argamassa em estudo.

Tabela 8. Resultados das formas de ruptura dos corpos de prova

Tipo de argamassa/tipo de ruptura	Substrato/chapisco (%)	Chapisco/argamassa (%)	Argamassa (%)	Interface argamassa/cola (%)
Argamassa A com cura	0	44,5	35,5	20
Argamassa A sem cura	2,22	91,44	6,33	0
Argamassa B sem cura	0	81,67	18,33	0

Fonte: Autoras (2019).

Figura 8. Formas de Ruptura na argamassa (a) e na interface chapisco/argamassa (b)



Fonte: Autoras (2019).

A Tabela 9 apresenta os resultados dos ensaios no estado endurecido em que não foi avaliado diferentes tipos de cura.

Tabela 9. Resultados dos ensaios no estado endurecido sem avaliação de cura

Ensaio	Argamassa A- 48h	Argamassa B- 36h
Densidade de massa aparente (kg/m ³)	1752,46	1508,85
Coefficiente de Capilaridade (g/dm ² .√min)	2,92	1,18
Varição Dimensional (mm/m)	-0,409	-0,526

Fonte: Autoras (2019).

A densidade de massa aparente da a argamassa A é 16,14% maior que da argamassa B. Esta diferença pode indicar que a argamassa B possui maior de teor de ar incorporado (BIAVA; CARNEIRO; IRRIGARAY, 2018). Apesar disso, tais valores estão dentro dos parâmetros de durabilidade sugeridos por Sabbatini e Baía (2017).

Para Sabbatini e Baía (2017), o coeficiente de capilaridade deveria estar entre 2,0 a 7,0 g/dm².√min. Sendo assim, argamassa B está abaixo dos parâmetros de durabilidade, enquanto a argamassa A está em conformidade, tendo 2,47 maior absorção capilar. Estes resultados já eram esperados visto que a bibliografia indica que quanto maior é o tempo de estabilização das argamassas, maior será o coeficiente de capilaridade. Além disso, quanto maior for a concentração de aditivo incorporador de ar maior será o coeficiente de capilaridade, pois o aditivo citado deixa a argamassa mais porosa (JANTSCH, 2015).

Com isto, poderíamos afirmar que a argamassa A (48h) em estudo possui maior teor de aditivo incorporador de ar, porém, contrária o que foi afirmado por Biava, Carneiro e Irrigaray (2018) em relação a densidade das argamassas. Assim, os resultados do coeficiente de capilaridade podem estar relacionados com a quantidade de poros em cada argamassa e se estão interligados ou não. Ou ainda, outro material da composição da argamassa pode estar interferindo, como o teor de água ou areia, bem como o tipo desta.

Houve uma maior variação dimensional na argamassa B em comparação à A, porém ambas são semelhantes às apresentadas por Machado (2018). As amostras em estudo apresentaram alta retenção de água e possuem aditivo incorporador de ar em sua composição, o que auxiliou na baixa retração volumétrica.

5 Conclusão

Foi possível concluir que:

Os profissionais da cidade utilizam argamassas com tempo de estabilização de 36 e 48 horas, que a principal vantagem é a eliminação de materiais no canteiro de obras.

As avaliações no estado fresco mostraram elevada retenção de água das amostras, densidade dentro dos parâmetros definidos na bibliografia, e índice de consistência com diferença de apenas 3,3% entre os fornecedores. Ao comparar os resultados da densidade e índice de consistência, percebe-se uma contradição relativa aos efeitos do aditivo incorporador de ar decorrente de outros estudos.

Os ensaios no estado endurecido indicaram que a resistência à compressão com cura ambiente e a densidade de massa aparente está conforme as normas de argamassa convencional. Já resistência à tração na flexão com cura ambiente das duas amostras de argamassa ultrapassou tais valores de norma. Percebe-se ainda que o coeficiente de capilaridade da argamassa B é aproximadamente 59% menor quando comparado com a amostra da argamassa A. A variação dimensional das duas amostras apresentou retração. E ainda, o efeito do aditivo incorporador de ar também contraria os resultados esperados quanto as propriedades de densidade e o coeficiente de capilaridade.

Apesar de ser indicada pelas empresas fabricantes, a cura por aspersão de água provocou esfarelamento da amostra B no ensaio de resistência de aderência à tração, não sendo possível concluir o ensaio, além disso, causou redução dessa propriedade na amostra A. Já para a resistência à tração na flexão e para a resistência à compressão, a cura submersa aumentou os valores da amostra A e reduziu na amostra B.

Com este trabalho percebe-se que há necessidade de pesquisas sobre o comportamento das propriedades das argamassas estabilizadas e normas específicas sobre a mesma. Neste trabalho e em outras bibliografias consultadas foi utilizado como

parâmetro de estudo as normas de argamassa convencional. No entanto, as argamassas convencionais e estabilizadas apresentam um comportamento diferente, o que justifica a necessidade de normas específicas. Assim, acredita-se que diferentes empresas fabricantes de argamassa estabilizada poderão fornecer material que apresente propriedades com comportamento semelhante.

Referências

- ABATTE, V. A Cura pode ser úmida, a vapor, elétrica ou química. *Revista Pini Técnica*, 2003. Disponível em: <http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/71/artigo285260-1.aspx>. Acesso em: 7 de julho de 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 13276*: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos- Determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro, 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 13277*: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos- Determinação da retenção de água. Rio de Janeiro, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 13278*: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos- Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado. Rio de Janeiro, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *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.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 13280*: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos- Determinação da densidade de massa aparente no estado endurecido. Rio de Janeiro, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 13281*: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos. – Requisitos. Rio de Janeiro, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 13749*: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas. – Especificação. Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 15258*: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência potencial de aderência à tração. Rio de Janeiro, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 15259*: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos- Determinação da absorção de água por capilaridade e do coeficiente de capilaridade. Rio de Janeiro, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 15261*: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos- Determinação da variação dimensional (retração ou expansão linear). Rio de Janeiro, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 15575*: Edificações Habitacionais- Desempenho- Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 7200*: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas- Procedimento. Rio de Janeiro, 1998.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 13528*: Revestimento de paredes de argamassas inorgânicas – Determinação da resistência de aderência à tração. Parte 2- Aderência ao substrato. Rio de Janeiro, 2019.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 13529: Revestimento de paredes e tetos de argamassa inorgânica – Terminologia*. Rio de Janeiro, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 13749: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação*. Rio de Janeiro, 2013.
- ASTM C 1142 - 95 (2013) - Standard Specification for Extended Life Mortar for Unit Masonry. American Society for Testing and Materials. West Conshohocken, PA, 1995.
- BLAVA, J. de F.; CARNEIRO, R.C.; IRRIGARAY, M. A. P. Influência do teor de ar incorporado nas argamassas em estado plástico. Foz do Iguaçu. *Anais. Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais*. Foz do Iguaçu: 2018.
- CARABALONE, Paulo Emanuel Dante Paes. *Estudo do Comportamento de Argamassas Estabilizadas do Estado Endurecido*. 2017. 60 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pampa, Alegrete, 2017.
- CARASEK, H. Argamassas Cap. 26. In: ISAIA, G.C. *Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais*. São Paulo: IBRACON, 2010.
- FERREIRA, Beatriz Bernardes Dias. *Tipificação de Patologias em Revestimentos Argamassados*. 2010. 192 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.
- GUINDANI, Eduardo Nobre. *Argamassa Estabilizada para Revestimento: Avaliação da Influência da Adição de Finos nas Propriedades do Estado Fresco e do Estado Endurecido*. 2018.146f. Dissertação (Mestrado)- Curso de Engenharia Civil, Programa de Pós-graduação em engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.
- HERMANN, Aline; ROCHA, João Pedro de Almeida. *Pesquisa de Viabilidade da Utilização de Argamassa Estabilizada Modificada para Revestimento sem a Necessidade de Aplicação de Chapisco*. 2013. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2013.
- JANTSCH, Ana Cláudia Akele. *Análise de Desempenho de Argamassas Estabilizadas Submetidas a Tratamento Superficial com Aditivos Cristalizantes*. 2015. 142 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.
- MACHADO, Leonardo Tatsch. *Caracterização de Argamassas Estabilizadas para Revestimento*. 2018. 75 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.
- MACIOSKI, Gustavo. *Avaliação do Comportamento de Argamassas Estabilizadas para Revestimento*. 2014. 117 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.
- MOURA, Cristiane Borges. *Aderência de Revestimentos Externos de Argamassa em Substratos de Concreto: influência das condições de temperatura e ventilação na cura do chapisco*. 2007. 232f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

SABBATINI, Fernando H.; BAÍA, Luciana L. M. *Projeto e Execução de Revestimentos de Argamassa*. 5ª. Ed revisada e ampliada. São Paulo: O Nome da Rosa, 2016.

SANTOS, Leandro Damiano dos; AMARAL, Fernanda Ferreira; SOMMERFELD, Karin Cristina. Sistema de Revestimento de Argamassa Industrializada: um estudo de caso em Belo Horizonte, Minas Gerais. *Revista Pensar Engenharia*, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, jul. 2014.