

**ESTUDO DO DESEMPENHO NO ESTADO FRESCO E ENDURECIDO DA
ARGAMASSA ESTABILIZADA DE 36 E 72 HORAS PARA REVESTIMENTO
EXTERNO**

STUDY OF THE PERFORMANCE IN THE FRESH AND HARDENED STATE OF THE
STABILIZED MORTAR OF 36 AND 72 HOURS FOR EXTERNAL COATING

Paulo Aviloff Junior¹

Poliana Bellei²

Submetido em 23-06-2019

Aprovado em 02-09-2019

Revista Infinity

Revista dos Cursos de Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Civil e Engenharia de Produção.

Uceff – Campus Itapiranga

Vol. 4, nº 2, 2019

ISSN 2525-3204

¹Engenheiro Civil, Unidade de Educação Faem Faculdades. E-mail: paulinhoaviloff@hotmail.com

² Professora Mestra, Unidade de Educação Faem Faculdades. E-mail: polianabellei@gmail.

Resumo:

Esse trabalho tem como objetivo principal avaliar o desempenho no estado fresco e endurecido das argamassas estabilizadas de 36 e 72 horas para revestimento externo. Os dois tipos coletados, foram analisadas logo após o início da sua produção, bem como no momento em que estavam próximas ao final de sua estabilização. Para a obtenção dos dados foram realizados ensaios nos estados fresco (consistência, densidade, teor de ar incorporado, e retenção de água), e no estado endurecido (resistência à tração na flexão e à compressão, e resistência potencial de aderência à tração). Ambas as argamassas atenderam as exigências mínimas estabelecidas para revestimento externo. Deste modo, a pesquisa demonstrou que a argamassas estabilizadas podem ser empregadas como revestimento de fachadas, por exemplo. Esses resultados estimulam novas pesquisas sobre a eficiência da argamassa estabilizada em relação aos outros tipos de argamassa utilizadas para revestimento de parede externa.

Palavras-chave: Desempenho; Argamassa estabilizada; Revestimento externo.

Abstract:

The main objective of this work is to evaluate the performance and durability of stabilized mortars of 36 and 72 hours for the external coating. The two types collected were analyzed soon after the beginning of their production, as well as the moment they were present at the end of their stabilization. For flexural strength, flexural strength and compression strength, and potential tensile strength (continuation of flexural strength and explosion). Both mortars sometimes attended smaller ones to the exterior. Thus, research has shown that stabilized mortars can be used as facade cladding, for example. The results of the analysis of the series of the series appeared during the same period.

Keywords: Performance; Stabilized mortar; External coating.

Considerações iniciais

O processo de industrialização das argamassas iniciou-se na década de 50, com o desenvolvimento das argamassas industrializadas. Esse material é dosado em central, sendo necessária somente a adição de água no canteiro de obras antes da utilização. Na década de 70, com o desenvolvimento dos aditivos iniciou-se o processo de fabricação das argamassas estabilizadas, a qual é fabricada em usinas dosadoras, chegando à obra pronta para aplicação, capaz de conservar suas características durante um período de até 72 horas mantendo-se com trabalhabilidade permitindo sua aplicabilidade (BELLEI, 2015).

De acordo com ABAI (2015), o mercado Brasileiro de argamassas industrializadas produziu estimados 120 milhões de toneladas, resultando em 16,4 % da produção de cimento Portland nacional destinado para este setor.

Segundo Macioski (2011), no ano de 2010 a argamassa estabilizada foi implantada nos canteiros de obra da cidade de Florianópolis - SC. Por ser um produto relativamente novo, com aplicação restrita a alguns mercados locais, pouco sabe-se sobre a interação da argamassa com os demais elementos de construção. Na maioria das empresas, esse produto é comercializado com a garantia, que mantenha-se suas propriedades no estado fresco dentro do prazo de 36 e 72 horas. Sendo assim, o estudo desse material surge da necessidade de conhecer as alterações no estado fresco, durante o processo em que esta encontra-se trabalhável, e as variações das propriedades no estado endurecido, verificando se o produto, realmente mantém sua característica de estado plástico e sólido, no decorrer do tempo em que permanecerá estocada.

Nesse sentido, torna-se necessário avaliar a efetividade na substituição de um tipo de argamassa por outra, pois na construção civil, muitas vezes os profissionais realizam substituições, sem conhecer o desempenho final do mesmo.

Com isso, esse estudo justifica-se pela importância que a argamassa estabilizada apresenta na construção civil. Dentro desse contexto a seguinte pesquisa procurou avaliar o desempenho no estado fresco e endurecido da argamassa estabilizada de 36 e 72 horas para revestimento externo. Para isso foram coletadas amostras de uma usina que produz argamassa estabilizada (36 e 72 horas), e realizado os ensaios no estado fresco e endurecido, para cada argamassa, em diferentes tempos de aplicação, sendo logo após o início de sua produção, e instantes antes do vencimento do período de estabilização. Por

fim, comparou-se os resultados obtidos em cada ensaio realizado, tanto para o estado fresco quanto endurecido, bem como se os mesmo estão dentro das normas vigentes.

Argamassa dosada em central

Com a industrialização da argamassa na década de 50 desenvolveu-se uma nova prática de comercialização desse produto. Porém, somente nos anos 70 na Alemanha foi desenvolvida uma tecnologia revolucionaria de argamassa pronta, capaz de ser embalada em recipientes e preservar por até 3 dias suas características de uso com a consistência desejada. Há essa tecnologia convencionou-se chamar de argamassa estabilizada (MARCONDES, 2009).

As argamassas estabilizadas são produtos desenvolvidos, para serem produzidos e fornecidos por centrais dosadoras, assim como o concreto usinado. Portanto, a responsabilidade na dosagem e o controle tecnológico são das empresas fornecedoras, a partir dos requisitos solicitados pelo contratante (RECENA, 2012).

Normalmente, são produzidas com cimento Portland e/ou cal, agregado miúdo, água, aditivos incorporador de ar e estabilizante. Em algumas centrais é empregado à mistura de cinza volante oriundas de queima de termoelétricas. A preparação dessa argamassa inicia-se em laboratórios especializados, onde todos os materiais componentes de sua produção passam por rigoroso controle de qualidade (RECENA, 2012).

Segundo Marcondes (2009), a argamassa estabilizada chega pronta para uso e pode ser utilizadas para as seguintes aplicações:

- a) Assentamento de tijolos, blocos de concreto e cerâmico;
- b) Chapisco, emboço e reboco de interiores e exteriores;
- c) Regularização de pisos sacadas, soleiras e marquises;
- d) Enchimento de tubulação e impermeabilização de locais inundáveis
- e) Salas subterrâneas, adegas, poços e sarjetas;

Na composição da argamassa é incrementado o aditivo estabilizador, este proporciona a argamassa propriedades que permitem a estocagem por períodos de até 72 horas, sem perder as propriedades de estado fresco, e sem prejudicar suas propriedades de resistência do estado sólido. Com isso, ao adotar este tipo de argamassa elimina-se a

necessidade de central de preparo, e área de estocagem de materiais na obra (RECENA, 2012).

De acordo com Sabbatini e Baía (2008), na produção de argamassas, devem-se atender diversas exigências, assegurando-se que certas propriedades sejam obtidas, além de um bom desempenho na aplicação, qualidade e durabilidade.

Normalmente, a central faz a dosagem dos componentes, e a mistura é realizada no caminhão betoneira, estes também serão os responsáveis pela entrega da argamassa na obra, onde serão estocadas em caixas de material plástico de volume conhecido. Com isso, permite-se a medição precisa no volume entregue na obra (RECENA, 2012).

O transporte é realizado pelo caminhão betoneira, sendo que o mesmo lança o material em caixas, onde o material é acomodado permanecendo até sua utilização na obra. É possível também, realizar o lançamento do material de modo bombeável com a utilização do caminhão bomba (MARCONDES, 2009).

Ao adotar argamassa estabilizada elimina-se a necessidade de central de preparo, área de estocagem de materiais, e mão de obra responsável pela fabricação. Acrescentando uma melhor organização à obra, além de trazer agilidade e praticidade de manuseio aos trabalhadores da construção (MARCONDES, 2009).

Alguns requisitos devem ser obedecidos ao receber a argamassa na obra, logo após o lançamento do material na caixa de armazenamento, este deverá ter sua extremidade alisada e nivelada, para que em seguida, se aplique uma lâmina de água de 2 cm. Esta lamina formará uma espécie de lacre que evita a perda de umidade da mistura. Quando a argamassa for utilizada, esta água deve ser removida (STARKA, s.a).

Por fim, à argamassa estabilizada chega na obra pronta para uso, sendo proibida a adição de qualquer outro insumo na mistura, inclusive água. O excesso de água na mistura diminui a resistência da argamassa aumentando as chances de patologias no revestimento (RECENA, 2012).

Metodologia

O objetivo da investigação desse trabalho é apresentar um estudo de desempenho das propriedades no estado fresco e endurecido das argamassas estabilizadas de 36 horas e 72 horas de estabilização para revestimento externo.

Esta pesquisa baseia-se em técnicas experimentais, onde realizou-se testes em laboratório, com os procedimentos e equipamentos descritos em suas respectivas normas regulamentadora.

O material em estudo foi produzido por uma empresa especializada na produção de argamassas localizada na cidade de Chapecó – SC. A maioria dos ensaios foram desenvolvidos no laboratório da própria empresa, somente o ensaio de retenção de água foi executado no laboratório da instituição de ensino Uceff Faculdades, Campus Chapecó - SC.

Os ensaios avaliados dos dois materiais no estado fresco foram: massa específica, teor de ar incorporado, trabalhabilidade, consistência e retenção de água. Para o estado endurecido foram: aderência, resistência à tração na flexão e à compressão, e resistência potencial de aderência à tração. Tanto os ensaios no estado plástico como no estado sólido foram desenvolvidos nas duas amostras de argamassa estabilizada (36 horas e 72 horas), considerando dois tempos de utilização diferentes para cada argamassa, sendo eles: primeira hora após a produção, e no último instante do seu tempo de estabilização para aplicação.

Na concreteira, após a coleta das amostras foram determinados o índice de consistência, conforme ABNT/NBR 13276 (2016). Em seguida avaliou-se a densidade e o teor de ar incorporado na amostra, por meio da ABNT/NBR 13278 (2005). Concluído isso, moldou-se seis corpos de prova prismáticos com dimensões de 4x4x16 cm, para cada tipo de argamassa, com o intuito de realizar os ensaios de resistência à tração na flexão e à compressão após 28 dias, como especificado na ABNT/NBR 13279 (2005). Para a determinação da resistência potencial de aderência à tração, foi aplicado em placa de concreto padrão da ABNT, uma camada de argamassa estabilizada com espessura de aproximadamente 2 cm, onde foram ensaiados dez corpos de prova após 28 dias da confecção do revestimento ao substrato, de acordo com normativa ABNT/NBR 15258 (2005). Em seguida dirigiu-se ao laboratório da Uceff Faculdades, onde avaliou-se o índice de retenção de água das amostras, por meio da ABNT/NBR 13277 (2005). Os ensaios especificados foram realizados para as duas amostras de argamassa estabilizada na primeira hora, e no último instante do seu tempo de utilização.

A argamassa estabiliza é obtida por meio do estudo de dosagem possibilitando a elaboração de um traço, onde este integra todos os elementos e suas respectivas porções

necessárias para sua produção. Para zelar a exposição da empresa, não foram divulgadas as quantidades de cada material utilizado para a produção da argamassa estabilizada, porém, pode-se relatar que existe igualdade entre as quantidades de aglomerante, agregados miúdos, incorporador de ar e água, nos traços de argamassa de 36 e 72 horas, o que os distingue entre eles, é somente a quantidade do aditivo estabilizador utilizado. A presença deste último aditivo proporciona ao material a estabilidade em seu estado fresco por longo período, sendo utilizado em maior grandeza na argamassa estabilizada de 72 horas.

Os elementos que compõem a argamassa possuem características específicas onde essas podem influenciar a mistura. Os resultados da caracterização dos materiais foram obtidos por meio de laudos técnicos emitidos pelos fornecedores.

Em vista disso, a Tabela 1 exibe os resultados dos materiais componentes da produção das argamassas estabilizadas.

Tabela 1 – Caracterização dos materiais utilizados

Agregado	MF	Massa específica (g/cm³)	
Areia fina	1,23	2,57	
Areia média	1,79	2,54	
CP V - ARI	#325 (%)	Blaine (cm²/g)	SO₃ (%)
	0,42	2,506	2,98
Aditivos	Coloração	PH (25 °C)	Massa específica (kg/L)
Incorporador de ar	Marrom escuro	4,5 a 6,5	1,050 a 1,090
Estabilizador	Marrom escuro	7,5 a 9,5	1,150 a 1,210

Fonte: Dados da pesquisa (2018)

A partir dos dados apresentados dos agregados miúdos observa-se, que apesar dos lotes apresentarem massa específica similar, os módulos de finura demonstram variações, uma vez que, quanto maior o módulo de finura, maior é o diâmetro dos grãos do agregado que constituem o material. Conforme Macioski (2014), à medida que o módulo de finura do agregado aumenta há acréscimos na densidade de massa no estado fresco e na resistência à compressão de estado endurecido.

A empresa optou pela utilização de duas areias naturais para a elaboração da argamassa estabilizada. Segundo Macioski (2014), a combinação entre agregados miúdos com domínios em diferentes faixas granulométricas, atribui a argamassa grande impacto no comportamento reológico e na retenção de água.

O cimento utilizado para a elaboração das argamassas estabilizada foi o CP V - ARI. O anidrido sulfúrico (SO₃) é adicionado com a função de retardar o tempo de pega do

cimento. A norma ABNT/NBR 5736 (1991) estabelece que o CP V - ARI deve atender limites de 4,5 % da massa, no que diz respeito ao trióxido de enxofre (SO_3), relata ainda que a finura do cimento deve ser maior que $3000 \text{ cm}^2/\text{g}$. Desta forma pode-se afirmar que o cimento utilizado está em conformidade a norma vigente.

Os aditivos utilizados na argamassa estabilizada foram o incorporador de ar e estabilizante, sendo compatíveis com todos os tipos de cimento Portland, e atendem os requisitos da norma ABNT/NBR 11768 (2011).

Após a consideração do traço empregado pela usina, em seguida são colocados todos os materiais dentro do caminhão betoneira seguindo os processos de produção, conforme ABNT/NBR 7200 (1998).

A mistura dos materiais foi realizada pelo caminhão-betoneira e a retirada da amostra foi direta do balão do mesmo com a utilização de uma pá. Cada montante de argamassa produzido foi representado por um lote, de onde foi retirada uma quantidade simbólica, para a realização dos ensaios de parâmetros da qualidade do material. Este processo foi repetido para os dois lotes de materiais (36 e 72 horas).

Ensaio no estado fresco

Na sequência da pesquisa estão descritos os resultados alcançados. As idades seguidas para as realizações dos ensaios de estado fresco foram na primeira hora e na última hora da validade de cada argamassa estabilizada.

Cada amostra retirada representou um volume aproximado de $0,020 \text{ m}^3$ e foi estocado em baldes plásticos. Após a identificação do lote iniciou-se os ensaios de estado fresco na primeira hora. Concluído todos os ensaios, as amostras utilizadas foram descartadas.

O primeiro ensaio de estado fresco realizado constituiu-se na determinação do índice de consistência da argamassa, onde utilizou-se a mesa de espalhamento (flow table) na execução do ensaio, seguindo todos os parâmetros necessários de acordo com a ABNT/NBR 13276 (2016).

A Figura 1 apresenta o índice de consistência realizado nas diferentes idades na amostra de 36 horas, onde a leitura da consistência foi obtida em milímetros.

Figura 1 – Consistência da amostra nas diferentes idades



Fonte: Dados da pesquisa (2018)

A Figura 1 apresenta o índice de consistência realizado nas diferentes idades na amostra de 36 horas, onde a Figura 1 A é a consistência obtida logo após a produção da argamassa, e a Figura 1 B é a leitura da amostra próxima ao seu vencimento do estado fresco.

O índice de consistência encontrado nas argamassas estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2 – Índice de consistência das argamassa estabilizadas

Argamassa	Lote	Consistência (mm)
ARG 36 h - início	2129	280
ARG 36 h - fim	2129	250
ARG 72 h - início	2430	270
ARG 72 h - fim	2430	260

Fonte: Dados da pesquisa (2018)

Observando os índices apresentados percebe-se que a argamassa de 36 h apresenta perda uma redução de 10,7 % da sua consistência inicial para a final, enquanto que, na argamassa de 72 h essa redução foi de 3,7 %. Os aditivos influenciam na consistência do material, a quantidade de incorporador de ar é igual para os dois traços, logo conclui-se que esse processo decorre da aplicação do aditivo estabilizador, pois este encontra-se com

maior dosagem no lote 2430 fazendo com que, a argamassa permaneça em seu estado plástico por um período de tempo maior, resultando em uma menor perda de consistência no tempo final, em relação ao tempo inicial.

Apesar da perda da trabalhabilidade percebe-se que os resultados obtidos se mantiveram próximos a 250 mm em ambas as amostras, conforme norma.

A densidade e o teor de ar incorporado na argamassa foram avaliados por meio da ABNT/NBR 13278 (2005). Com o cálculo da densidade e do teor de ar incorporado os resultados obtidos na Tabela 3 evidenciam essas características encontradas nas amostras de argamassa estabilizada.

Tabela 3 – Densidade e teor de ar incorporado das argamassas estabilizadas

Argamassa	Lote	d (kg/m ³)	A (%)
ARG 36 h - início	2129	1728	22,1
ARG 36 h - fim	2129	1795	19
ARG 72 h - início	2430	1695	23,6
ARG 72 h - fim	2430	1700	23,3

Fonte: Dados da pesquisa (2018)

Conforme os resultados obtidos, a argamassa de 36 horas apresentou um menor volume de vazios, resultando consequentemente em uma densidade maior. Já a argamassa de 72 horas exibiu uma maior incorporação, portanto demonstra menor densidade.

Observando os teores de ar apresentados percebe-se, que a argamassa de 36 horas, em seu período final apresenta diferença de 16,3 % da sua incorporação inicial, enquanto a amostra de 72 horas diferença é de 1,3 %. Esses resultados afetam diretamente a consistência do material, podendo ser essa, uma possível explicação do lote 2129 apresentar maior diferença nos resultados de trabalhabilidade.

Segundo Jantesch (2015), o aditivo incorporador de ar é grande influenciador no volume de ar na mistura. Quando realizada a mistura desse aditivo de forma inadequada o teor de ar na argamassa se mostra menor. Deste modo pode-se adotar essa concepção como causa.

De acordo com a ABNT/NBR 13281 (2005), pode-se classificar a argamassa de revestimento externo em relação à densidade. Neste caso, ambas as argamassas possuem valores que as enquadram na categoria D4 (1600 – 2000 kg/m³).

O ensaio de retenção de água obedeceu ao que regulamenta a norma ABNT/NBR 13277 (2005). Os resultados encontrados estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – Retenção de água das argamassas estabilizadas

Argamassa	Lote	Retenção de água (%)
ARG 36 h - início	2129	76,9
ARG 36 h - fim	2129	77,24
ARG 72 h - início	2430	76,26
ARG 72 h - fim	2430	77,04

Fonte: Dados da pesquisa (2018)

Observa-se que as duas argamassas mantiveram retenções próximas, e, mesmo com pouca diferença, as amostras moldadas nas ultimas idades apresentaram maior retenção de água.

Segundo Jantsch (2015), normalmente argamassas estabilizada apresentam índice de retenção de água superiores a 90 %. Levando em consideração os resultados obtidos pode-se dizer que, os resultados não encontram-se nesse parâmetro, pois apresentam valores inferior a 80 %.

Argamassas que possuem baixo índice de retenção são mais suscetíveis a perda de água para o ambiente e substrato. Já, argamassas que apresentam índice de retenção elevado podem ter a aderência entre revestimentos e substrato prejudicada.

De acordo com a ABNT/NBR 13281 (2005), ambas as amostras de argamassa estabilizada possuem valores que enquadram-se na categoria U1, onde os valores obtidos são menores que 78 %.

Ensaio no estado endurecido

Para ambas amostras de argamassa, foram realizados ensaios no estado endurecido que determinaram sua resistência à tração na flexão, à compressão e aderência. Todos os experimentos de estado sólido foram concretizados no laboratório da própria empresa, onde as argamassas foram produzidas.

A determinação da resistência à tração na flexão e à compressão da argamassa estabilizada de revestimento externo foi realizada de acordo com a normativa ABNT/NBR 13279 (2005).

Para os estudos dos ensaios mecânicos foi necessário a moldagem de seis corpos de prova prismáticos com dimensões de 4x4x16 cm, para cada argamassa, ou seja, três na primeira hora, e o restante moldados na última hora. Em seguida, os corpos de prova permaneceram em repouso no molde por um período de 48 horas, posteriormente foram

desformados e mantidos em laboratório até sua ruptura, a qual foi realizada 28 dias após a confecção.

A Figura 2 apresenta os corpos de prova moldados em diferentes idades, utilizados para determinação da resistência à tração na flexão e à compressão da argamassa de 36 horas.

Figura 2 – Corpos de prova prismáticos



Fonte: Dados da pesquisa (2018)

Em relação ao ensaio de tração na flexão, os prismas foram posicionados no equipamento, de modo que a face rasada, não fique em contato com os dispositivos de carga e apoio do equipamento. Em seguida, aplicou-se carga de 50 N/s até obter a ruptura da amostra.

Por meio da ruptura do corpo de prova originaram-se duas metades, as quais foram utilizadas para realizar o ensaio de resistência à compressão. Os novos prismas são posicionados no dispositivo de apoio do equipamento, e em seguida aplica-se uma carga de 500 N/s até obter a ruptura do corpo de prova.

As medias obtidas nos ensaios realizados com os corpos de prova moldados em cada tempo para cada argamassa estabilizada são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Resistência à tração na flexão e à compressão das argamassas estabilizadas

Argamassa	Tração na flexão (MPa)	Desvio Padrão	Compressão (MPa)	Desvio Padrão
ARG 36 h - início	1,46	0,16	8,73	0,35
ARG 36 h - fim	1,3	0,07	9,34	0,82
ARG 72 h - início	1,5	0,34	10,81	1,55
ARG 72 h - fim	1,82	0,25	11,26	1,6

Fonte: Dados da pesquisa (2018)

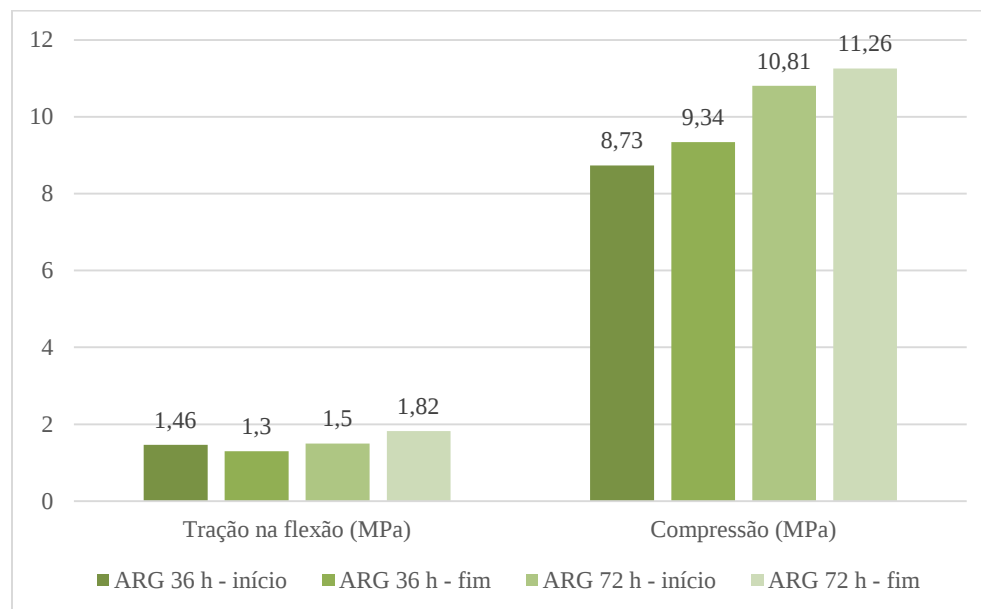
No geral, os lotes de argamassa estabilizada de 36 horas exibiram resistências à tração na flexão e à compressão próximas, demonstrando pouca variação nos resultados de ruptura, sendo observado pelo valor de desvio padrão das amostras encontrados.

Para a argamassa estabilizada de 36 horas, onde os corpos de prova foram moldados no último instante após a sua fabricação obtiveram médias maiores nos valores de resistência à compressão, quando comparada a argamassa da primeira hora, no entanto, exibiu uma menor resistência à tração na flexão.

A ruptura média à tração na flexão dos corpos da argamassa estabilizada de 72 horas, onde os corpos de prova foram moldados logo após a sua produção resultaram 1,50 MPa, enquanto a resistência à compressão demonstrou 10,81 MPa de média. Comparando esses resultados dos ensaios, com a argamassa estabilizada de 72 horas em seu período final após a fabricação, para esta última os valores encontrados foram maiores.

Para melhor exibição dos resultados obtidos nos ensaios, o Gráfico 1 apresenta as resistências médias à tração na flexão e à compressão dos lotes de argamassa estabilizada nos diferentes tempos de utilização.

Gráfico 1 - Demonstração da resistência à tração na flexão e à compressão das argamassas estabilizadas



Fonte: Dados da pesquisa (2018)

Desse modo, observa-se que os valores obtidos de resistências à tração na flexão e resistência à compressão para a amostra de 72 horas manifestam-se superiores, em relação à argamassa de 36 horas, nos dois tempos estudados.

Os valores encontrados foram comparados aos parâmetros definidos pela norma ABNT/NBR 13281 (2005). Dessa maneira classifica-se as duas argamassas estabilizadas, como P6, onde as médias das resistências à compressão obtidas são maiores que 8 MPa. Já a classificação da resistência a tração na flexão, classifica-se em R2, onde as médias resultantes mantiveram valores entre 1,0 a 2,0 MPa.

Para a determinação da resistência potencial de aderência à tração foram considerados todos os parâmetros necessários prescritos na norma ABNT/NBR 15258 (2005). Esse ensaio necessitou de uma placa de concreto, a qual serviu de base para a execução de uma camada de argamassa com espessura de dois centímetros, sem aplicação de chapisco. Isso foi realizado para a argamassa em sua estabilização inicial, e nas ultimas idades do estado fresco do material, considerando as duas argamassas estabilizadas (36 e 72 horas).

Para os ensaios, os cortes no revestimento aplicado na placa foram efetuados três dias antes do ensaio de arrancamento. Para todas as amostras foram executados o corte a

seco, com a utilização de uma furadeira com broca serra copo de 50 mm de diâmetro. Cada placa foi composta por dez corpos de prova com mesmas características. A fixação das pastilhas foi realizada após remoção de partículas, que poderiam comprometer a aderência da cola com o revestimento. O produto utilizado para colagem das pastilhas nos corpos de prova foi um material produzido a base de resina epóxi. Após a devida colagem das pastilhas, respeitou-se o tempo de secagem da resina epóxi conforme recomendações do fabricante. Em seguida, realizou-se o ensaio de arrancamento, com auxílio de um dinamômetro de tração. O aparelho utilizado para medir a aderência do revestimento é um equipamento de utilização manual, com dispositivo de leitura digital, com capacidade de até 1500 kgf da marca Solotest, de propriedade da empresa fabricante das argamassas.

A Figura 1 representa o processo de produção das placas para os ensaios. A Figura 1A demonstra o revestimento confeccionado no substrato. Após o acabamento da superfície e a identificação, o molde foi armazenado em local seguro, até a realização dos ensaios. Na Figura 3B apresenta-se os cortes nos revestimentos prontos para receber as pastilhas, sendo que, a placa da esquerda foi moldada na primeira hora, e a outra a 36 horas após a fabricação da argamassa. Na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**3C é apresentado o momento em que estava-se realizando o ancoramento das pastilhas no revestimento.

Figura 1 – Produção das placas para ensaio



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

O método de ensaio adotado nesse estudo é estabelecido pela ABNT/NBR 15258 (2005), a mesma descreve que deve ensaiar dez corpos de prova no substrato com espaçamento mínimos de 40 mm das bordas e 20 mm entre si. Totalizando 20 corpos de prova para cada lote de argamassa estabilizada. O ensaio iniciou com a acoplamento do

dinamômetro a pastilha, então exerceu-se uma força sobre o eixo até estabelecer a ruptura do corpo de prova.

A Figura 4 apresenta o procedimento e finalização do ensaio de arrancamento, visto que, esse processo repetiu-se em todos os corpos de prova. Na **Erro! Fonte de referência não encontrada**.4A simboliza o momento do ensaio, e a **Erro! Fonte de referência não encontrada**.4B apresenta os pontos de ensaio e os corpos de prova gerados após o arrancamento do revestimento da placa padrão.

Figura 4 – Processo de ensaio



Fonte: Dados da pesquisa (2018)

Após a ruptura, realizou-se a coleta dos dados necessários e análise da área rompida. A determinação dos resultados da resistência de aderência à tração da argamassa de 36 horas na idade inicial está representado na Tabela 616.

Tabela 61 - Resistência de aderência à tração ARG 36 h - início

Nº CP	Área (mm ²)	Carga (N)	Resistência de aderência (MPa)	<u>Forma de ruptura</u>					
				Sub	Sub/Arg	Arg	Arg/Col	Col/Past	Falha
1	1767,4	1244	0,70				100%		
2	1877,1	906	0,31				65%	35%	
3	1896,3	1316	0,69				100%		
4	1913,4	1517	0,75				95%	5%	
5	1861,8	1528	0,82				100%		
6	1907,9	909	0,48				100%		
7	1939,0	524	0,20				75%	25%	
8	1923,4	449	0,12				50%	50%	
9	1907,9	1220	0,61				95%	5%	
10	1888,6	686	0,36				100%		
Média			0,51						
Desvio Padrão			0,21						

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Observando a Tabela 616, percebe-se que nos corpos de prova de número: 2, 4, 7, 8, 9, em porcentagens distintas ouve um arrancamento na interface cola/pastilha, esta ação pode ser resultante do descumprimento de algum atributo da fixação com a resina epóxi. Enquanto, que nos outros corpos de prova a ruptura transcorreu na interface argamassa/cola. As resistências contiveram uma média de 0,51 MPa. A Tabela 7 exhibe os resultados das resistência de aderência à tração do lote 2129 moldado 36 horas após a sua fabricação.

Tabela 7 - Resistência de aderência à tração - ARG 36 h - fim

Nº CP	Área (mm²)	Carga (N)	Resistência de aderência (MPa)	Forma de ruptura					
				Sub	Sub/Arg	Arg	Arg/Col	Col/Past	Falha
1	0,0	50	0,00						100%
2	1900,2	1383	0,66				90%	10%	
3	1923,4	1267	0,66		100%				
4	1933,6	1179	0,61		100%				
5	1915,7	1158	0,54		90%				10%
6	1884,8	638	0,05				15%	85%	
7	1861,8	863	0,42				90%	10%	
8	1877,1	905	0,43				90%	10%	
9	1923,4	795	0,33		80%				20%
10	1931,2	1746	0,90		100%				
Média			0,51						
Desvio Padrão			0,18						

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Com a análise na Tabela 7 percebe-se que foram cometidas patologias na execução do ensaio de tração e na elaboração do revestimento. Tais patologias foram constatadas durante a execução do ensaio de tração nas amostras: 1, 5 e 9. Na pastilha 1 ocorreu o descolamento da cola na pastilha, e as amostras 5 e 9 constatou-se na análise do corpo de prova a formação de bolhas de ar entre o substrato e o revestimento, tais patologias em suas devidas proporções foram desconsideradas dos resultados. Mesmo com os resultados desconsiderado, as resistências mantiveram uma média de 0,51 MPa.

Na Tabela 8 são apresentados os resultados da aderência à tração do lote 2430 moldado na primeira idade de estado frescoda argamassa estabilizada de 72 horas.

Tabela 8 - Resistência de aderência à tração - ARG 72 h - início

Nº CP	Área (mm²)	Carga (N)	Resistência de aderência (MPa)	Forma de ruptura					
				Sub	Sub/Arg	Arg	Arg/Col	Col/Past	Falha
1	1854,1	1364	0,74				100%		
2	1846,5	1064	0,58					100%	
3	1846,5	1358	0,74				100%		
4	1884,8	1482	0,79				100%		
5	1884,8	1216	0,65				100%		
6	1854,1	1090	0,53					100%	
7	1884,8	1402	0,74				100%		
8	1861,8	1121	0,60				100%		
9	1861,8	1113	0,60				100%		
10	1861,8	1293	0,69				100%		
Média			0,66						

Como pode-se observar na Tabela 8, grande maioria dos corpos de prova apresentaram ruptura na interface argamassa/cola, e duas situações romperam-se na interface cola/pastilha. A resultante média das resistências obtidas é de 0,66 MPa.

Na

Tabela 9 são apresentados os resultados da aderência à tração do lote 2430 moldado 72 horas após a sua fabricação.

Tabela 9 - Resistência de aderência à tração - ARG 72 h - fim

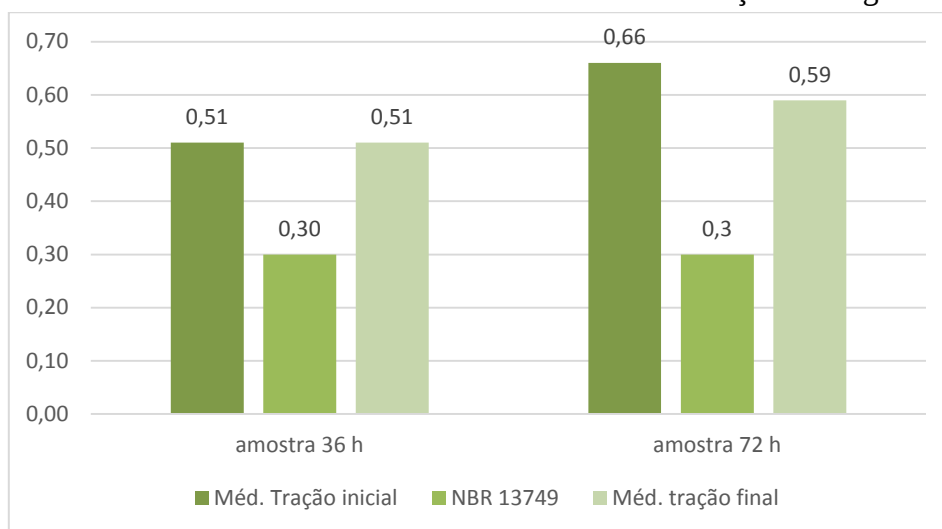
Nº CP	Área (mm²)	Carga (N)	Resistência de aderência (MPa)	<u>Forma de ruptura</u>					
				Sub	Sub/Arg	Arg	Arg/Col	Col/Past	Falha
1	1831,3	1435	0,78			100%			
2	1931,2	1090	0,56			100%			
3	1884,8	1053	0,56		100%				
4	1877,1	968	0,52			100%			
5	1838,9	997	0,54			100%			
6	1861,8	1313	0,71			100%			
7	1884,8	1374	0,73			100%			
8	1892,5	898	0,47			100%			
9	1861,8	984	0,53			100%			
10	1900,2	927	0,49			100%			
Média			0,59						
Desvio Padrão			0,09						

Fonte: Dados da pesquisa (2018)

Com a leitura dos dados é possível observar que a ruptura predominante do ensaio foi no revestimento, ocorrendo uma ruptura na interface substrato/revestimento. A resultante média das resistências obtidas foi de 0,59 MPa.

De acordo com a ABNT/NBR 13749 (2013), os revestimentos externos devem oferecer resistência mínima de 0,30 MPa. Dentro dessa contextualização, o Gráfico 2 possibilita a analogia das resistências médias obtidas com o mínimo estabelecido pela norma.

Gráfico 2 – Médias das resistências de aderência à tração das argamassas estabilizadas



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Com isso, é possível observar que as resistências médias de arrancamento das argamassas estabilizadas foram superiores a 0,3 MPa. Dessa maneira, as amostras atendem as especificações exigidos pela ABNT/NBR 13749 (2013) quanto a resistência de aderência à tração para revestimento externo.

Conforme a ABNT/NBR 13281 (2005), ambas argamassas classificam-se como A3, onde as resistências médias obtidas apresentam resultados acima de 0,30 MPa.

No geral, as argamassas estabilizadas fornecidas pela fabricante do material, atendem as exigências normatizadas.

Considerações finais

Fundamentado nos resultados obtidos no presente estudo, pode-se dizer que a realização dessa pesquisa teve seu objetivo geral alcançado, analisando as propriedades da argamassa estabilizada e comparando com as normas vigentes, ao que diz respeito a revestimento externo. A obtenção do objeto de estudo é de acesso limitado, pois a produção da argamassa estabilizada somente acontece por centrais dosadoras.

Para a avaliação do desempenho dos materiais foi necessário a obtenção das argamassas estabilizadas com o fabricante. Com isso realizou-se o contato e posteriormente visita para ensaios e coleta do material, em uma central dosadora localizada na cidade de Chapecó/SC.

Na sequência, realizaram-se diversos ensaios de modo a testar as propriedades das argamassas. Foram realizados ensaios no estado fresco, e moldados corpos de prova para os ensaios no estado endurecido, nos seguintes tempos de utilização: nas primeiras idades, e no último instante do tempo de aplicação do material, ambos após duas produção.

Algumas particularidades foram constatadas em algumas propriedades. A consistência diminuiu com a espera do material para ser ensaiado na última hora de aplicação. Em relação ao teor de ar incorporado, a argamassa estabilizada de 72 horas apresentou uma redução de 1,30 %, enquanto a amostra de 36 horas reduziu 16,30 %, ambas durante o período em que as amostras permaneceram estocadas. A densidade aumentou, conforme as argamassas permaneceram em repouso, sendo a argamassa de 36 horas, as amostras que possuíram maiores densidades. Outra particularidade observada foi a resistência à tração na flexão e à compressão dos materiais, onde a argamassa estabilizada de 72 horas apresentou resistências superiores a amostra de 36 horas.

Na retenção de água os resultados apresentaram-se similaridades, onde as duas argamassas obtiveram valores superiores à 76 %.

Por fim comparando as propriedades das argamassas estabilizadas estudadas verificou-se, que as mesmas atendem as especificações da norma no que se trata à revestimento externo. Por meio da classificação das propriedades realizada conforme a ABNT/NBR 13281 (2005), percebe-se que as amostras apresentam a mesma classificação em todas as propriedades estudadas.

Para analisar se as amostras atendem as especificações de revestimento externo, verificou-se a resistência potencial a tração de acordo com a norma ABNT/NBR 15258 (2005), os resultados obtidos para as duas mostras foram satisfatórios, resultando resistências acima de 0,30 MPa, valor mínimo aceitável para revestimento externo especificado na norma ABNT/NBR 13749 (2013). Diante do exposto, conclui-se que a argamassa estabilizada de 36 e 72 apresentam ser materiais viáveis para a utilização em revestimento externo, atendendo as expectativas.

Referências bibliográficas

ABAI, Associação Brasileira de Argamassa Industrializada.

ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7200**: Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Procedimento. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5736**: Cimento Portland Pozolânico. Rio de Janeiro, 1999.

ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15258**: Argamassa para revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência potencial de aderência à tração. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13281**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13277**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da retenção de água. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS. **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 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.

ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11768**: Aditivos químicos para concreto de cimento Portland - Requisitos. Rio de Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13276**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro, 2016.

BELLEI, P. Estudo comparativo do desempenho no estado fresco e endurecido de argamassas estabilizadas de 36h e 72h. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 6, Porto Alegre, 2015. **Anais...** Porto Alegre: SBTA, 2015. p. 1-15.

JANTSCH, Aline Claudia Akele. **Análise do Desempenho da Argamassa Estabilizada Submetida a Tratamento Superficial com Aditivos Cristalizantes**. 2015. 144 f. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

MACIOSKI, G. **Avaliação do Comportamento da Argamassa Estabilizada para Revestimento**. 2014 150 f. Monografia (Graduação em Engenheiro Civil) - Universidade Federal do Paraná - UFPR. Curitiba, 2014.

MARCONDES, C. G. **Características e Benefícios da argamassa estabilizada**. 2009.

RECENA, F. A. P. **Conhecendo Argamassa**. 2.ed. Porto Alegre: Edipucrs, 2012.

SABBATINI, F. H.; BAÍA, L. L. M. **Projeto e Execução de Revestimento de Argamassa**. 4.ed. São Paulo: O Nome da Rosa, 2008.

STARKA, A. S. A. **Manual de Revestimentos de Argamassa**. s/a.