



EIXO TEMÁTICO:

- () Desastres, Riscos Ambientais e a Resiliência Urbana
- () Drenagem Urbana Sustentável
- () Engenharia de Tráfego, Acessibilidade e Mobilidade Urbana
- () Habitação e a Gestão Territórios Informais
- () Infraestrutura, Espaços Públicos e Ambiência Urbana
- () Intervenções e Requalificações da Cidade Contemporânea
- () Patrimônio Histórico: Temporalidade e Intervenções
- () Políticas Públicas, Justiça Social e o Direito a Cidade
- () Saneamento Ambiental
- (x) Tecnologia e Sustentabilidade na Construção Civil

Argamassas de Revestimento: Índice de Aderência às Superfícies

Mortars Coating: Adherence Index to surfaces

Morteros de revestimiento: La adherencia a las superficies

Ananda Ingrid Gonçalves

Graduanda de Engenharia Civil, Unesp, Brasil.
anadagoncalves17@gmail.com

Maximiliano dos Anjos Azambuja

Professor Doutor, Unesp, Brasil.
maximilianoazam@feb.unesp.br



RESUMO

A cadeia produtiva da construção civil é responsável por grandes volumes de resíduos, tanto de construção como demolição, com consequentes destinações incorretas. Como forma de evitá-los, fez-se relevante analisar diferentes tipos de argamassas impermeabilizantes utilizadas como revestimentos de áreas úmidas ou sujeitas a intempéries climáticas, visando maior resistência de aderência e, conseqüentemente, evitar patologias como descolamento por bolhas, por eflorescência ou reflorescência, fatores agravantes do processo de deterioração causando retrabalho, demolição ou reforma de áreas já construídas. Nesse projeto foi possível analisar dois diferentes traços (1:3 e 1:2:8) com 3 aditivos impermeabilizantes distintos, seguindo as especificações da NBR. Os ensaios foram realizados na máquina universal de ensaios instrumentada, utilizando blocos cerâmicos chapiscados e argamassas elaboradas de forma manual. Os resultados referentes às resistências de aderência em compressão se encontram dentro do esperado e de acordo com a norma vigente.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduo de Construção. Argamassa. Resistência.

The production chain of construction is responsible for large volumes of waste, both of construction and demolition, with consequent incorrect destinations. In order to avoid them, it became important to analyze different types of waterproofing mortars used as wetlands coatings or subjected to bad weather, seeking greater bond strength and hence prevent diseases such as detachment by blisters by efflorescence or efflorescence, aggravating factors in the process of decay causing rework, demolition or renovation areas already built. In this project it was possible to analyze two different strokes (1: 3 and 1: 2: 8) with 3 different waterproofing additives, following the specifications of the NBR. assays were performed on the universal machine instrumented tests using ceramic bricks and mortars prepared manually. The results for the compression bonding resistances are within the expected and according to current regulations.

KEYWORDS: Construction Waste. Mortar. Resistance.

La cadena de producción de la construcción es responsable de grandes volúmenes de residuos, tanto de construcción y demolición, con los consiguientes destinos incorrectos. Con el fin de evitarlos, se hizo importante analizar los diferentes tipos de impermeabilización de morteros utilizados como revestimientos humedales o los sometidos al mal tiempo, buscando una mayor resistencia de la unión y por lo tanto prevenir enfermedades como el desprendimiento de ampollas por eflorescencias o eflorescencia, factores agravantes en el proceso de descomposición que causan la reanudación, demolición o áreas de renovación ya construidas. En este proyecto fue posible analizar dos golpes diferentes (1: 3 y 1: 2: 8) con 3 diferentes aditivos impermeabilizantes, siguiendo las especificaciones de la NBR. Los ensayos se realizaron en las pruebas de máquinas universales instrumentado usando chapiscados ladrillos cerámicos y morteros preparados manualmente. Los resultados para las resistencias de unión de compresión están dentro de lo esperado y de acuerdo con la normativa vigente.

PALABRAS CLAVE: Residuos de construcción. Mortero. Resistencia.



INTRODUÇÃO

A água penetra em todos os locais e a umidade gerada pela sua presença acarreta inúmeros danos às construções, causando prejuízos significativos aos seus usuários. Esses prejuízos podem ser puramente estéticos, como descascamento da pintura e manchas; financeiros, como a depreciação patrimonial; problemas de saúde, como alergias e demais infecções, provocadas pelo mofo e bolor; e de segurança, como a corrosão das estruturas de proteção. Em relação aos problemas estéticos e depreciativos da construção, esses geram no decorrer do tempo a necessidade de retrabalho e conseqüente geração de resíduos no meio ambiente, fator prejudicial para o bom gerenciamento de uma cidade. O aumento de resíduos relacionados à construção civil vem tomando uma magnitude preocupante e que definitivamente deve ser analisado de um ponto de vista mais crítico e analítico dentro da construção civil atual.

Uma forma utilizada para evitar o processo de retrabalho é a impermeabilização, ou seja, a proteção das construções contra a infiltração de água. A influência dos custos da impermeabilização nos custos totais da obra é insignificante se comparada aos dispêndios com inúmeros reparos devido aos inconvenientes de possíveis infiltrações. Sendo assim, a impermeabilização pode ser considerada uma das etapas mais importantes da construção, assegurando a proteção das edificações contra as patologias originadas pela umidade.

Tendo em vista a intensa relevância dessa fase de um processo construtivo e a necessidade de se buscar construções que permaneçam estáveis durante a sua vida útil, faz-se necessário um estudo acerca de aditivos impermeabilizantes para argamassas, assegurando que o desempenho dessas argamassas impermeáveis esteja em conformidade com a normatização vigente, proporcionando conforto e segurança ao usuário, além da confiança em adquirir um produto de qualidade que irá resguardar o seu patrimônio.

ARGAMASSAS IMPERMEABILIZANTES

Na pesquisa realizada por Dafico, Ferro e Cavalcante (2005), com o objetivo de analisar e comparar o desempenho de argamassas impermeabilizantes, dosaram seis diferentes misturas, sendo uma sem aditivo e as outras 5 com diferentes aditivos, todas no mesmo traço. Foi possível analisar, então, como tais materiais podem modificar certas características da argamassa, como a resistência à tração. Os aditivos e a classificação segundo fabricante encontram-se na tabela a seguir:

O traço em volume utilizado em todas as misturas foi de 1:2:8. A quantidade de água foi determinada experimentalmente, visando obter a melhor trabalhabilidade da mistura.

O método adotado para a elevação dos blocos de concreto foi o GTec Teste. Consiste na simulação do assentamento de um bloco utilizando um filete de argamassa. Esse filete é comprimido pelo peso do bloco e por golpes realizados pelo pedreiro até que o filete se comprima até 1 cm.



A quantidade de aditivo adicionada às misturas foi a metade da quantidade recomendada pelo fabricante do aditivo, com exceção do incorporador de ar, já que esse precisa ter uma quantidade muito menor para que adquira as propriedades desejadas no estado fresco.

O ensaio foi realizado após 98 dias com 3 corpos de prova para cada tipo de mistura, pois se desejava estudar os efeitos dos aditivos em argamassas já bem curadas.

Foi possível concluir que as argamassas com os aditivos adesivos exibem uma resistência à tração maior do que da argamassa de referência, justificando o uso de adesivos. Os resultados de resistência à tração em MPa encontram-se na tabela a seguir:

Tabela 1 – Resultado dos ensaios de resistência

| | Resistência à Tração na Compressão Diametral (MPa) |
|-----------------|---|
| Referência | 0,35 |
| Rhodopás AM 712 | 0,64 |
| Rheomix 104 | 0,52 |
| Chapix SBR | 0,45 |
| Microair EC | 0,38 |
| Vedacit | 0,28 |

FONTE: Dafico, Ferro e Cavalcante (2005)

OBJETIVOS

Este trabalho delimita-se a avaliar o desempenho de argamassas impermeáveis para um sistema de revestimento com chapisco, realizando ensaios determinados pelas normas da ABNT e obter resultados sobre o desempenho de argamassa impermeável em comparação com argamassa sem aditivos. Os ensaios de aderência à tração serão realizados em conformidade com a norma ABNT NBR 13528:2010. Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Determinação da resistência de aderência à tração, respeitando-se o número mínimo de corpos de prova estabelecidos na norma, para os seguintes traços:

- Argamassa convencional.
- Argamassa com aditivo impermeabilizante "A".
- Argamassa com aditivo impermeabilizante "B".
- Argamassa com aditivo impermeabilizante "C".

Nesta avaliação foram utilizados os procedimentos especificados nas normas:

- 1) NBR 13528:2010 - Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas- Determinação da resistência de aderência à tração.
- 2) NBR 5739 – Ensaios de compressão de corpo-de-prova cilíndrico



METODOLOGIA

Os materiais utilizados para a realização desse projeto foram: cimento CII-32-Z Cimento Portland Votoran composto, aditivos impermeabilizantes de 3 marcas distintas, cal CH III, Areia média proveniente do Tietê lacanga e água proveniente do abastecimento local da cidade de Bauru. A relação a/c foi obtida experimentalmente devido à trabalhabilidade da mistura.

Os corpos-de-prova foram feitos em blocos cerâmicos avulsos chapiscados, e o ensaio se deu na idade de 28 dias.

Foram feitas 4 amostras para cada traço, destinadas aos ensaios de compressão baseados na NBR

Resistência de Aderência

Os procedimentos para a execução do ensaio segundo a ABNT NBR 13528:2010 estão descritos a seguir:

Corte do revestimento perpendicularmente ao seu plano delimitação do corpo-de-prova. A norma permite o emprego de CPs circulares (de 5 cm de diâmetro) e quadrados (de 10 cm de lado). É válida a ressalva que os CPs desse ensaio tiveram em média diâmetros de 46 mm (Tabela 1), devido a dificuldade de uma serra copo compatível com o valor exato proposto pela norma. É importante garantir o corte de toda a camada de revestimento. Os cortes devem ser efetuados utilizando-se serra de copo diamantada para o preparo dos corpos de prova. Salienta-se a necessidade da estabilidade do corpo durante a execução do corte para que não haja vibrações que venham a prejudicar a integridade do revestimento.

A colagem de pastilhas deve ser feita para acoplar o equipamento de tração. É importante colar a pastilhas (placas metálicas de 50 mm de diâmetro) no centro do CP delimitado pelo corte para evitar a aplicação do esforço de tração excêntrico. Para colar a pastilha no substrato é necessária a utilização de cola, no caso foi efetuada com o adesivo epóxi. Para isso, a argamassa foi cortada com a serra copo diamantada de diâmetro externo de 53 mm e foi determinado com um paquímetro o diâmetro nos sentidos horizontais e verticais de cada superfície cortada e o diâmetro médio montou a base de dados para a execução do ensaio na máquina.

Para a colagem das pastilhas, foi preciso isolar a base do substrato a fim de evitar o contato com cola, utilizando uma fatia de um material plástico maleável. Feito isso, preparou-se o adesivo e a colagem dos corpos de prova foi efetuada. Após 7 dias da colagem, foi possível realizar o ensaio de arrancamento. No total foram colados 16 corpos de prova para cada ensaio.

Para a execução do ensaio, fez-se o acoplamento do equipamento de tração e execução de esforço de tração até a ruptura. É importante verificar a calibração do equipamento; garantir a correta velocidade de carregamento e garantir a perfeita perpendicularidade entre o esforço exercido pelo equipamento e o revestimento. Cálculo da resistência de aderência. A referida norma apresenta o método de cálculo da resistência de aderência à tração de cada corpo de prova, conforme a equação 1:

$$Ra = \frac{F}{A} \quad (1)$$

Onde:

Ra é a resistência de aderência à tração, expressa em megapascals (MPa);

F é força de ruptura, expressa em Newtows (N);

A é área do corpo de prova, expressa em milímetros quadrados (mm²).

A força F e a área A devem ser introduzidas na expressão de cálculo em número inteiro, enquanto que os valores de resistência de aderência devem ser expressos com duas casas decimais. Análise da superfície de ruptura após o arrancamento, anotando o percentual de cada tipo de ruptura. Para a execução do ensaio, preparou-se a instrumentação da máquina para cada bloco cerâmico de acordo com a figura a seguir:

Figura 1 : Ensaio de resistência de aderência

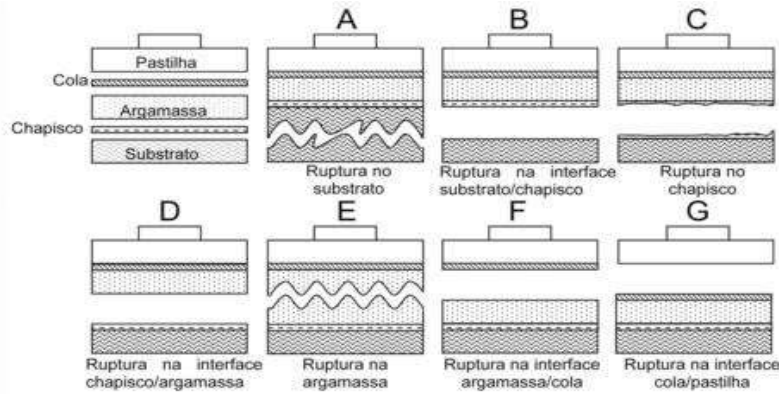


FONTE: Gonçalves, A. I. (2016)

Para análise das formas de ruptura dos corpos-de-prova devem atender a NBR 13528 (2010), e existem cinco formas de ruptura para o ensaio de resistência de aderência à tração. Ao ocorrerem diferentes formas de ruptura no mesmo corpo de prova, a percentagem aproximada da área de cada corpo de prova deve ser anotada. As possíveis formas de ruptura são listadas a seguir e a figura 2 ilustra de maneira sintética os tipos analisados:

- Ruptura na interface argamassa/substrato;
- Ruptura na argamassa;
- Ruptura no substrato;
- Ruptura na interface cola/argamassa;
- Ruptura na interface cola/pastilha.

Figura 2- Formas de ruptura no ensaio de resistência de aderência à tração para um sistema de revestimento com chapisco



Fonte: NBR 13528:2010

RESULTADOS

Como forma de sintetizar todos os dados obtidos e simplificar a visualização dos resultados nos ensaios de resistência de aderência e resistência a compressão, foi elaborada a seguinte tabela:

Tabela 2 – Tabela Geral dos Resultados

| Aditivos | Traços | Resistência a Compressão | | | Resistência de Aderência | | | Formas de Ruptura (%) | | | | | | |
|----------|------------------------|--------------------------|---------------|------------------------------|--------------------------|---------------|------------------------------|-----------------------|----|---|-------|-------|------|---|
| | | Média (MPa) | Desvio Padrão | Coefficiente de Variação (%) | Média (MPa) | Desvio Padrão | Coefficiente de Variação (%) | A | B | C | D | E | F | G |
| Controle | 1:3 - T ₀ | 10,25 | 0,341 | 2,92 | 0,3498 | 0,124 | 35,32 | 0 | 0 | 0 | 8,33 | 91,67 | 0 | 0 |
| | 1:2:8 - T ₁ | 1,25 | 0,106 | 8,42 | 0,1985 | 0,085 | 42,90 | 0 | 0 | 0 | 25 | 68,75 | 6,25 | 0 |
| A | 1:3 - T ₃ | 8,94 | 1,350 | 15,10 | 0,2785 | 0,093 | 33,25 | 0 | 10 | 0 | 30 | 60 | 0 | 0 |
| | 1:2:8 - T ₄ | 1,55 | 0,202 | 13,04 | 0,1751 | 0,116 | 66,34 | 0 | 0 | 0 | 10 | 90 | 0 | 0 |
| B | 1:3 - T ₅ | 10,80 | 0,473 | 4,38 | 0,2791 | 0,048 | 17,12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 |
| | 1:2:8 - T ₆ | 1,58 | 0,257 | 16,26 | 0,2076 | 0,049 | 23,73 | 0 | 0 | 0 | 18,75 | 81,25 | 0 | 0 |
| C | 1:3 - T ₇ | 9,99 | 1,171 | 11,71 | 0,3168 | 0,153 | 48,27 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 |
| | 1:2:8 - T ₈ | 1,31 | 0,035 | 2,66 | 0,1145 | 0,029 | 25,34 | 0 | 0 | 0 | 13,33 | 86,67 | 0 | 0 |

Fonte: Gonçalves, A. I. (2016)



Para o caso do traço 1:2:8 temos uma média de resultado referente ao traço controle de 0,1985 MPa e comparados aos valores dos traços com aditivos, apenas um deles foi superior a esse valor, no caso, o aditivo B, garantindo resistência de aderência levemente maior, 0,2076 MPa. Para esse traço em questão, não houve um ganho de resistência com o uso de aditivos, conforme esperado, no entanto, é relevante o fato de que tal traço possui menor quantidade de cimento, o que de fato reduziria sua resistência. Tais valores foram inferiores ao que é estabelecido por norma, 0,30 MPa, porém, de acordo com estudos referentes a esse tema (NAKAKURA, MUNHOZ E BATTAGIN, 2009), é possível afirmar que o fator tempo influencia em ganhos de resistência de aderência nas argamassas.

Para o traço 1:3 o valor de resistência de aderência do traço controle foi superior aos demais com aditivo e, além disso, todas as médias foram satisfatórias por apresentar valores superiores a 0,30 MPa ou bem próximos disso, valor que pode ser atingido no decorrer do tempo.

CONCLUSÃO

De acordo com os objetivos desse projeto, o qual é delimitar-se a avaliar o desempenho de argamassas impermeáveis para um sistema de revestimento com chapisco, realizando ensaios determinados pelas normas da ABNT e obter resultados sobre o desempenho de argamassa impermeável em comparação com argamassa sem aditivos. Os resultados obtidos nos ensaios foram satisfatórios e dentro dos valores esperados. Para o traço 1:3, a adição de aditivo impermeabilizante não acarretou influências consideráveis na resistência final determinada em laboratório se comparado com o traço controle, apesar de ocorrer uma boa proximidade entre os valores. Para o caso do traço 1:2:8, apesar de resultados inferiores a 0,30 Mpa, valor exigido por norma, quando comparados com o traço controle, há uma discrepância entre os traços, confirmando a ideia anterior de que o aditivo impermeabilizante não garantiu nesses casos ganho de resistência. Além disso, entre os traços 1:3 e 1:2:8 já era esperado a diferença entre as resistências, já que o primeiro possui maior quantidade de cimento em sua composição, fator que garante a maior resistência do material ao longo da sua vida útil. No entanto, apesar dos resultados, o traço 1:2:8 ainda é largamente utilizado e deve ser analisado e então aperfeiçoado, de forma que possa ser usado sem riscos de retrabalhos futuros.

AGRADECIMENTO

Agradeço a oportunidade de poder participar da pesquisa científica através do programa PIBIC/UNESP. Um agradecimento especial ao orientador Maximiliano dos Anjos Azambuja por me auxiliar no meu desenvolvimento intelectual na área de pesquisas científicas e pelos ensinamentos durante esse período, e ao técnico de laboratório Israel dos Santos, pelo auxílio durante os procedimentos em laboratório.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: NBR 13528:2010 - **Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas- Determinação da resistência de aderência à tração.**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: NBR 5739 – **Ensaio de compressão de corpos de prova cilíndricos.**

CARASEK, H.; CASCUDO, O.; SCARTEZINI, L. M.; **Importância dos materiais na aderência dos revestimentos de argamassa.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, 4, 2001, Brasília.

CARASEK, H.; SCARTEZINI, L. M. B.; **Evolução da resistência de aderência dos revestimentos de argamassa mista.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, 3, 1999, Vitória.

CHEN, X.; WU, S.; ZHOU, J.; **Influence of porosity on compressive and tensile strength of cement mortar.** Elsevier, China, 21 Nov. 2012.

COLEN, I. F.; BRITO, J. de; BRANCO, F. A.; **Avaliação in-situ da aderência de materiais de revestimento.** ICIST/IST, Lisboa.

COSTA, E. B. C.; CARASEK, H.; **Recomendações para a execução do ensaio de resistência de aderência à tração em revestimentos de argamassa.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, 8, 2009, Curitiba.

DAFICO, D. A.; FERRO, K. M. S.; CAVALCANTE, M. C. de O.; **Análise de desempenho de aditivos impermeabilizantes para argamassas.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, 6, 2005, Florianópolis.

DUAILIBE, R. P.; CAVANI, G. R.; OLIVEIRA, M. C. B.; **Influência do tipo de projeção da argamassa na resistência de aderência à tração e permeabilidade à água.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, 6, 2005, Florianópolis.

FALCÃO BAUER, R. J.; RAGO, F.; **Fatores influentes na resistência de aderência das argamassas colantes.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, 3, 1999, Vitória.



FERNANDES, T. L.; ALVES, A. S.; CARASEK, H; **Métodos para avaliar a resistência superficial de revestimento.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, 8, 2009, Curitiba.

GONÇALVES, S.R.C.; BAUER, E.; **Estudo de caso da variação da resistência de aderência à tração em uma parede.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, 6, 2005, Florianópolis.

KAZMIERCZAK, C.S.; BREZEZINSKI, D.E.; COLLATTO, D.; **Influência do tipo e preparo de substrato na resistência de aderência à tração e na distribuição de poros de uma argamassa industrializada.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, 8, 2009, Curitiba.

LOPES, A.; C.; A.; **Assesment of the variability of the pull-off technique for measuring tensile adhesion strength on ceramic tile claddings and mortars.** Lisboa, Out. 2012.

LORDSLEEM Jr, A. C.; SOUZA, J. C. S. de; MEDEIROS, J. S.; SABBATINI, F. H.; **Resistência de aderência de revestimentos cerâmicos.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, 2, 1997, Salvador.

MARTINS, M. L. C.; AZEVEDO, A. A. de; **Avaliação da capacidade impermeabilizante e de aderência de argamassas industrializadas para revestimento.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, 4, 2001, Brasília.

NAKAKURA, E.; MUNHOZ, F. A. C.; BATTAGIN, A.; **Evolução da aderência em sistema de revestimento de argamassa.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, 8, 2009, Curitiba.

PRUDÊNCIO Jr, L. R.; ISERNHAGEN, W. O.; STEIL, R. de O.; MACARINI, M. R.; **Resistência de aderência de diferentes tipos de revestimentos de argamassa aplicados em alvenaria de blocos de concreto.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, 3, 1999, Vitória.

SCARTEZINI, K. M.; CARASEK, H.; **Fatores que exercem influência na resistência de aderência à tração dos revestimentos de argamassa.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE ARGAMASSAS, 5, 2003, São Paulo.