



ANÁLISE DA RESISTÊNCIA DE ADERÊNCIA À TRAÇÃO SIMPLES DE DOIS TIPOS DE ARGAMASSAS EM SUBSTRATOS LEVES DO SISTEMA *STEEL FRAME*

DOI: 10.19177/rgsa.v9e01202058-76

Lucas Fernando Krug¹
Renata Rodrigues de Almeida²



RESUMO

ALMEIDA, R. R. de. Verificação da resistência de aderência de diferentes tipos de argamassas em substratos leves utilizados no sistema *Steel Frame*. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Engenharia Civil, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ. Ijuí, 2019. Existem diversas dúvidas a respeito da aderência das argamassas para o assentamento de cerâmicas nos substratos pouco rugosos do sistema *Steel Frame*. Com base nesta problemática realizou-se a verificação do desempenho da argamassa industrializada do tipo AC-III e da argamassa tradicional, esta última com aplicação de chapisco aditivado. Avaliou-se o comportamento das argamassas frente aos ensaios de resistência à tração na flexão, resistência à compressão e absorção por capilaridade através de corpos de prova moldados e ensaiados aos 7, 28 dias de idade. Para determinar a resistência de aderência, assentou-se 10 placas cerâmicas sobre diferentes substratos sendo eles, placa cimentícia, GRFV, gesso acartonado RU e OSB, com as duas argamassas em estudo, após 28 dias realizou-se o ensaio de arrancamento. Conhecidos os resultados, notou-se que em todos os ensaios a argamassa industrializada apresentou melhor desempenho. Para o ensaio de arrancamento, os melhores resultados foram da chapa GRFV e do gesso acartonado RU com argamassa industrializada do tipo AC-III.

Palavras-chave: Industrializada. Tradicional. Tensão.

¹ Graduação em Engenharia Civil, e especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (2005) e mestrado em Engenharia Civil, com ênfase em Gerenciamento de Resíduos pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (2011). Professor titular da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. E-mail: lucas.krug@unijui.edu.br

² Graduação em Engenharia Civil pela Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (2019). E-mail: renata.ralmeida@outlook.com

ANALYSIS OF ADHESION RESISTANCE TO THE SIMPLE DEFINITION OF TWO TYPES OF MORTAR ON LIGHT SUBSTRATES OF THE STEEL FRAME SYSTEM

ABSTRACT

ALMEIDA, R. R. de. Verificação da resistência de aderência de diferentes tipos de argamassas em substratos leves utilizados no sistema Steel Frame. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Engenharia Civil, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ. Ijuí, 2019.

There are several doubts regarding the adherence of mortars for laying ceramics on the slightly rough substrates of the Steel Frame system. Based on this problem, the performance of the industrialized mortar type AC-III and the traditional mortar produced with additive roughening was carried out. The behavior of mortars was evaluated in relation to the tests of tensile strength in flexion, resistance to compression and absorption by capillarity through molded specimens and tested at 7, 28 days of age. To determine the bond strength, 10 ceramic plates were laid on different substrates, namely cementitious plate, GRFV, plasterboard RU and OSB, with the two mortars under study, after 28 days the pullout test was carried out. Knowing the results, it was noted that in all tests the industrialized mortar presented better performance. For the pullout test, the best results were from GRFV sheet and RU gypsum plaster with industrialized mortar type AC-III.

Keywords: Industrialized. Traditional. Tension.

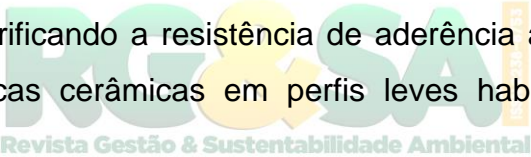
1. INTRODUÇÃO

Gaspar (2013) afirma que existem dois termos básicos para referenciar o sistema de construção seca: *Frame*, esqueleto estrutural projetado para dar sustentação e forma a edificação, e o *Framing*, definido como o processo pelo qual vinculam-se os elementos leves. O sistema construído com perfis de aço galvanizado é chamado de *Steel Frame*.

Para proteger a estrutura, os painéis de aço, são envoltos por elementos construtivos, caracterizados pela grande capacidade térmica e acústica, sendo eles, as placas de gesso acartonado resistente a umidade e chapa OSB (*Oriented Strand Board*), utilizadas em paredes internas, e para paredes externas a chapa cimentícia, e chapas de gesso reforçado (RODRIGUES, 2006, pg.10).

Objetivando resultar em um acabamento harmonioso, às paredes do sistema *Framing*, são revestidas por placas cerâmicas. Dias (2000) informa que posteriormente a fixação do substrato nos perfis, em sua superfície são assentadas as placas cerâmicas, com a utilização de argamassa adequada, a qual varia em função da técnica adotada no sistema.

A aderência é a característica que proporciona ao elemento de revestimento, resistência à tensões normais e tangenciais atuantes na interface com a base, ou seja, é propriedade fundamental para que o acabamento não resulte em deslocamentos e descolamentos.

Desta forma, apresentadas como uma inovação sustentável, as construções a seco trazem uma incógnita em relação à incorporação de revestimentos cerâmicos em perfis leves utilizados nestes sistemas. Existem dúvidas a respeito da aderência das argamassas, sendo que, os substratos onde serão aplicadas apresentam baixo nível de rugosidade. Assim, esta pesquisa, tem o enfoque voltado para o uso de argamassa colante industrializada, e para o uso de argamassa tradicional com aplicação de chapisco aditivado, verificando a resistência de aderência a tração simples, para o assentamento de placas cerâmicas em perfis leves habitualmente utilizados no sistema *Steel Frame*. 

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O sistema *Steel Frame* possui como característica principal uma estrutura composta por elementos formados de aço galvanizado, sendo estes empregados na composição de perfis estruturais e não estruturais. Tratando-se de um método industrializado, permite uma construção seca e de rápida execução. Portanto, possuindo tais características, também é conhecido como Sistema Autoportante de Construção a Seco (SANTIAGO, 2012, pg. 12)

Conforme Santiago (2012, pg. 78), para proteger a estrutura de aço, emprega-se elementos de fechamento vertical, estes precisam ser posicionados na parte externa da estrutura, de forma a representar uma "pele", resultando nas vedações internas e externas da edificação. De acordo com Crasto (2005), os materiais disponibilizados pelo mercado nacional e empregados em acabamentos verticais, como a placa

cimentícia, o OSB (*Oriented Strand Board*), gesso acartonado e gesso reforçado com fibra de vidro.

Gomes (2007) define como placa cimentícia, toda chapa delgada a qual possui em sua composição, cimento Portland, fibras de celulose ou sintéticas e agregados. Freitas (2006, pg. 84) informa que entre as principais propriedades das chapas cimentícias estão a resistência a umidade elevada, baixo peso próprio de até 18kg/m², grande resistência a impactos, compatibilidade com uma grande variedade de acabamentos e revestimentos.

A respeito das chapas OSB, Saldanha (2004) informa que são constituídas de partículas de madeira chamadas "*strand*", produzidas através de madeira como o pinus, orientada em direções iguais, coladas com resina a prova de água, prensadas sob elevadas temperaturas.

De acordo com Silva (2003, pg. 52), pode-se definir placa de gesso acartonado, como um composto produzido industrialmente de gesso, água e aditivos, o qual recebe um revestimento com lâminas de papel cartão, com o propósito de garantir maior resistência à tração e flexão. A NBR 14715-1 (ABNT, 2010) informa que existem três tipos de chapas de gesso acartonado, a Standard (ST) é uma chapa com coloração cinza, utilizada em paredes, revestimentos e forros de áreas secas, a chapa resistente a umidade (RU) é uma chapa com coloração verde, composta por produtos químicos que lhe conferem proteção impermeabilizante contra a umidade e por fim a chapa resistente ao Fogo (RF) possui coloração rosa, destinada a áreas onde existe a exigência de resistência ao fogo.

Já a chapa de gesso reforçada com fibra de vidro, conhecida como GRFV, é utilizada para revestimento externo, é definida como um composto de gesso resistente a umidade, reforçado com revestimento externo de fibra de vidro, resultando em um elemento de alta performance e desempenho confiável. Georgi a Pacific ([201-?]) afirma que, em comparação com revestimentos de superfícies de papel, a placa GRFV apresenta melhores resultados de resistência a umidade e ao mofo, com alto índice de durabilidade, fornecendo um substrato rígido para uma ampla variedade de sistemas de barreira resistentes ao ar ou à água.

Sobre os substratos descritos anteriormente emprega-se o uso de revestimentos cerâmicos, que segundo NBR 13816 (ABNT, 1997), pode-se entender como um composto monolítico de camadas interligadas e aderidas ao substrato, sendo que sua camada externa é constituída pelas placas cerâmicas, as quais são assentadas e rejuntadas com argamassa ou outro material adesivo podendo-se utilizar argamassa industrializada ou tradicional.

Segundo Oliveira (2004), as argamassas industrializadas são compostas por argamassas de cimento e areia, porém possuem a adição de polímeros. Tais polímeros conferem a argamassa maior capacidade de retenção de água, com maior trabalhabilidade, adesividade e flexibilidade. A NBR 14081-1 (ABNT, 2012), informa que existem três classificações das argamassas industrializadas em relação a sua base cimentícia, sendo elas: argamassa colante industrializada do tipo I (AC I) designada para revestimentos internos e possui um teor reduzido de aditivos químicos; argamassa colante industrializada do tipo II (AC II) com uso voltado para áreas externas, suportando esforços decorrentes de flutuações higrotérmicas; e argamassa colante industrializada do tipo III (AC III) a qual apresenta resistência de aderência superior às anteriores.

As características específicas, como a constituição ou as propriedades que sofrem variação decorrente a execução, a proporção no preparo, a trabalhabilidade, tempo em aberto, adesão inicial, retenção de água, superfície do substrato e resistência de aderência, são os fatores que interferem no resultado final da aderência de argamassas industrializadas (PEREIRA, 2012).

De acordo com Pereira (2012), o tempo em aberto de uma argamassa tem extrema importância entre os requisitos de desempenho deste material, e refere-se ao maior intervalo de tempo entre o espalhamento da argamassa colante sobre o substrato em forma de cordões e o assentamento da placa sobre estes cordões, buscando sempre a correta resistência de aderência.

Conforme consta na NBR 14081-1 (ABNT, 2012), posteriormente o tempo de cura para a argamassa industrializada, a resistência de arrancamento obtida através do ensaio deve ser maior ou igual a 0,5 MPa para AC I e AC II (de 15 a 20 minutos de tempo em aberto), e para AC III precisa-se atingir 1,0 MPa (20 minutos de tempo em aberto).

Caso exceder o tempo em aberto especificado em norma, ocorrerá a formação de uma película superficial, ocasionada pela evaporação e sucção da água da argamassa, este fato acarretará na redução da resistência de aderência entre a cerâmica e o substrato. A película irá influenciar a adesão inicial da argamassa colante e sua velocidade é resultante de variados fatores físicos e ambientais, como a incidência de luminosidade solar e o vento presente (PEREIRA, 2012).

Para Pereira (2012), a adesão inicial depende da coesão e da plasticidade da argamassa e procede-se por consequência do vácuo formado no processo de deformação, o qual a pasta tem contato quando aplicada sobre o substrato. A adesão inicial influencia gradativamente a resistência a aderência, sendo que é no estado fresco da argamassa que se inicia o desenvolvimento da ligação entre os componentes.

De acordo com Roscoe (2008), a principal característica utilizada para diferenciar as argamassas adesivas convencionais das argamassas tradicionais é o grau de capacidade de retenção de água. Tal propriedade possibilita ao material a aplicação sobre o substrato em uma fina camada, sendo que a quantidade de água necessária para as reações do cimento Portland, ainda permaneça intacta até a sua final reação química. Para Póvas (1999), a presença da água influencia diretamente na trabalhabilidade e viscosidade do material, sendo assim a adesão inicial pode ser prejudicada pela falta de água na mistura, absorvida pelo substrato ou pela formação da película no cordão da argamassa. Desta forma com a adesão ocorrendo de forma inadequada, conseqüentemente a resistência de aderência será prejudicada, acarretando em defeitos no revestimento, como por exemplo o descolamento.

Em relação a superfície do substrato, afirma-se que materiais que possuem alto nível de rugosidade apresentam maior resistência a adesão comparados à superfícies lisas. Entretanto, nos substratos lisos ocorre uma maior superfície de contato entre os componentes, desta forma proporciona uma maior extensão de aderência (SILVA, 2003).

Valentini (2018) informa que a porosidade do material é uma das principais características do substrato, sendo que o tamanho e o volume dos poros influenciam diretamente na aderência de argamassas, determinando a capacidade de retenção do material fluido e a facilidade de sua circulação dentro do substrato. A água entra

na superfície dos poros do substrato quando a atração desta é mais forte que a atração água-água, desta maneira a força de sucção depende da natureza das superfícies e diâmetro dos poros do substrato. Quando ocorre a sucção do substrato, a pasta aglomerante passa a perder água para este e também para o ambiente por meio da evaporação, neste caso estes eventos contribuem de forma significativa para a retração da argamassa.

A respeito da resistência de aderência da argamassa, pode-se definir como uma característica do revestimento de resistir a tensões de tração e cisalhamento, atuantes na interface do substrato. Santos (2008), informa que existem basicamente dois tipos específicos de aderência: a aderência mecânica e aderência química. A aderência mecânica é o processo pelo qual a argamassa penetra nos poros ou entre a rugosidade de aplicação, resultando em um engaste entre as partículas da argamassa e do substrato. Já a aderência química é definida como a propriedade ligada à introdução de aditivos adesivos, podendo estes serem a base de PVA, polímeros e resinas.

De acordo com Fiorito (2009) as argamassas produzidas em obras são compostas de areia natural lavada e os aglomerantes, sendo estes a cal hidratada e o cimento Portland. Em relação às suas propriedades, faz-se uma relação com os conceitos da argamassa industrializada, sendo que apesar da composição das argamassas serem diferentes, as propriedades que irão influenciar no desempenho final serão as mesmas. Entretanto, para avaliar a resistência de aderência utiliza-se a norma NBR 13281 (ABNT, 2005) a qual apresenta o valor de resistência de aderência à tração para argamassas tradicionais de 0,30 MPa para revestimento externo.

Pode-se utilizar o chapisco juntamente com a argamassa tradicional, este é empregado como um elemento que desempenha funções de uniformizar a base em relação à absorção de água, gerando uma superfície de maior contato, favorecendo para a aderência da próxima camada (ABNT NBR 13529, 2013).

3. METODOLOGIA

O ensaio experimental conduziu-se de forma a verificar qual o tipo argamassa possui melhor resistência de aderência, sendo avaliadas os tipos: argamassa industrializada colante do tipo AC III e argamassa tradicional produzida em obra, esta última com a utilização de chapisco aditivado com Bianco. Investigou-se o assentamento da cerâmica sobre quatro diferentes substratos: chapa de gesso acartonado resistente à umidade (RU), painel OSB, chapa GRFV e placa cimentícia. Foram realizados outros ensaios para a melhor comparação entre os resultados das argamassas, sendo eles, ensaio de compressão e tração na flexão, e ainda capilaridade, utilizando-se das normas NBR 13279 (ABNT, 2005), NBR 15259 (ABNT, 2005), NBR 13276 (ABNT, 2006).

3.1 Materiais

A argamassa colante utilizada foi a AC-III, indicada pela NBR 14081 (ABNT, 2012) para o ensaio de arrancamento.

Já para a argamassa tradicional utilizou-se o cimento CP-II-Z 32, a cal hidratada CH-III e areia. Realizou-se o ensaio da massa específica e massa unitária solta, para a caracterização desses materiais. Para o cimento a massa específica resultou em 3,08 kg/dm³ e a massa unitária solta em 1,15 kg/dm³. Já para a cal hidratada os resultados foram de 2,60 kg/dm³ para a massa específica e 0,62 kg/dm³ para a massa unitária solta. E por fim para a areia obteve-se resultados de 2,57kg/dm³ e 1,5kg/dm³, para massa específica e massa unitária solta, respectivamente.

Para a realização do ensaio de arrancamento da argamassa tradicional, optou-se por utilizar uma camada adicional de chapisco rolado industrializado, aditivado com Bianco de traço de 1:2 (bianco:água) com rolo de textura de rugosidade média.

Conforme consta na NBR 14081- 4 (ABNT, 2012) a placa cerâmica utilizada para o ensaio de resistência de aderência à tração pertence ao grupo BIIa, sendo ela um semi grês, fabricada pelo método de prensagem, a peça possui absorção de água de 6 à 10 %. As placas cerâmicas foram cortadas em seção quadrada com (50 ± 1) mm de aresta.

Para o ensaio de arrancamento foram utilizados quatro diferentes substratos, placa cimentícia, chapa OSB, painel GRFV e placa de gesso acartonado resistente à umidade (RU), como apresentado e descrito anteriormente no desenvolvimento da

pesquisa. As peças possuíam dimensão de 40 x 70cm, de modo que atendessem a exigência de distância da norma.

3.2 Procedimentos

a) Índice de consistência

Realizou-se o ensaio seguindo as prescrições da NBR 13276 (ABNT, 2006), primeiramente com a argamassa industrializada, seguindo as orientações do fabricante para a quantidade de água adicionada, a fim de utilizar a consistência encontrada para realizar a proporção dos materiais da argamassa tradicional, com o intuito de que as duas resultassem no mesmo índice de consistência.

A argamassa industrializada foi preparada seguindo as prescrições da norma NBR 14081- 2 (ABNT, 2012). Posteriormente a mistura posicionou-se o molde troncônico no centro da mesa de consistência. O enchimento do molde foi realizado em três camadas de alturas iguais, seguidas de 15, 10 e 5 golpes, respectivamente, utilizando o soquete metálico. Em seguida, com o uso da régua metálica fez-se o rasamento da argamassa restante.

Logo após retirou-se o molde metálico e manuseou-se a mesa de forma que ela subisse e descesse 30 vezes em 30 segundos, de maneira uniforme. Imediatamente após este processo, mediu-se com um paquímetro digital, em 3 seções diferentes. Para a obtenção do resultado final do índice de consistência, fez-se a média das 3 leituras registradas.

Em relação à argamassa tradicional utilizou-se um traço em volume de 1:1:4. Com o intuito de facilitar e aumentar a precisão no processo de mistura em laboratório optou-se pela transformação desse traço de volume para massa.

b) Preparo das argamassas

Executou-se a mistura das argamassas de acordo com as especificações impostas pelas normas. Para a industrializada utilizou-se a NBR 14081- 2 (ABNT, 2012), e para a tradicional NBR 7215 (ABNT, 1996). Para este processo utilizou-se misturador mecânico com cuba de aço inoxidável e uma pá metálica, o mesmo operava em velocidade lenta.

c) Moldagem dos corpos de prova

Após a finalização das misturas, iniciou-se o preenchimento dos moldes, seguindo as prescrições definidas pela NBR 13279 (ABNT, 2005), para confecção de corpos de prova prismáticos utilizados nos ensaios mecânicos de 7 e 28 dias de idade.

O processo de enchimento dos corpos de prova de acordo com a NBR 13279 (ABNT, 2005), dava-se através da aplicação de 3 camadas uniformes, com 30 golpes cada uma, sendo que utilizava-se a *Flow table* para realizar as quedas de adensamento. A desmoldagem ocorreu aproximadamente 24 horas depois da moldagem dos corpos de prova, os mesmos foram submetidos à cura normal.

d) Resistência à tração na flexão

Seguiu-se o procedimento descrito pela norma NBR 13279 (ABNT, 2005), o qual indica posicionar o corpo de prova na prensa hidráulica de maneira que a face rasada não fique em contato com os dispositivos de apoio e nem de carga, logo em seguida aplica-se a carga até a ruptura do corpo de prova. Após o rompimento, registrava-se a carga suportada pelo corpo de prova para posteriormente calcular a resistência a tração na flexão através da fórmula $R_f = (1,5 \cdot F_f \cdot L) / 40^3$ onde R_f : resistência à tração na flexão (MPa); F_f : carga aplicada (N); L : distância entre os suportes (mm).

e) Resistência à compressão

Este ensaio foi realizado utilizando as partes dos corpos de prova já rompidos no ensaio de tração na flexão, seguindo as indicações descritas na norma NBR 13279 (ABNT, 2005). O resultado final da resistência de compressão para cada idade dos corpos de prova foi resultante da média aritmética dos valores, sendo que utilizou-se a seguinte fórmula: $R_c = F_c / 1600$ onde, R_c : resistência à compressão (Mpa); F_c : carga máxima aplicada (N).

f) Capilaridade

Para este ensaio utilizou-se a norma NBR 15259 (ABNT, 2005). Primeiramente mediu-se a massa de cada corpo de prova para posteriormente levá-los para a estufa a uma temperatura de 110°C para a sua estabilização de massa. Após a estabilização, utilizou-se uma forma para a imersão dos corpos de prova de maneira que apenas 5 ± 1 mm da face inferior dos corpos de prova ficassem em contato com a água, para tal procedimento lixou-se uma das bases dos corpos de prova e utilizou-se suportes

de madeira. Realizaram-se leituras do peso dos corpos de prova, primeiramente aos 10 minutos e por fim aos 90 minutos. A fórmula $At=(mt-m_0)/16$ foi utilizada para calcular a absorção por capilaridade dos corpos de prova, onde At: absorção de água por capilaridade para cada tempo; mt: massa do corpo de prova em cada tempo em gramas; m₀: massa inicial do corpo de prova (g); t: tempo de 10 min e 90 min; 16: área do corpo de prova (cm²).

g) Ensaio de resistência de aderência a tração simples

Para cada substrato foram assentadas as cerâmicas com os dois tipos diferentes de argamassas, sendo que para a argamassa tradicional fez-se uma camada de chapisco aditivado a fim de proporcionar melhor aderência aos componentes. De acordo com a norma é necessário assentar 10 placas cerâmicas em cada substrato, deste modo foram oito substratos, com 10 cerâmicas cada, totalizando 80 cerâmicas.

O chapisco rolado para a argamassa tradicional foi executado seguindo as prescrições descritas na embalagem, sendo que para 20Kg é necessário 5,1L de água. Para a proporção do aditivo utilizou-se o traço apresentado na embalagem, sendo ele 1:2 (bianco:água), ou seja, 1/3 da quantidade calculada de água foi substituída por Bianco. Após a mistura o chapisco foi aplicado com rolo de rugosidade média para textura acrílica em direção vertical, sendo que os substratos foram limpos com um pincel, a fim de retirar todas as impurezas presentes. A figura 01 mostra os substratos já com a aplicação do chapisco. Para a aplicação da argamassa tradicional aguardou-se um período mínimo de 4 dias de cura ambiente para o chapisco.

Figura 01 - Chapiscamento dos substratos.



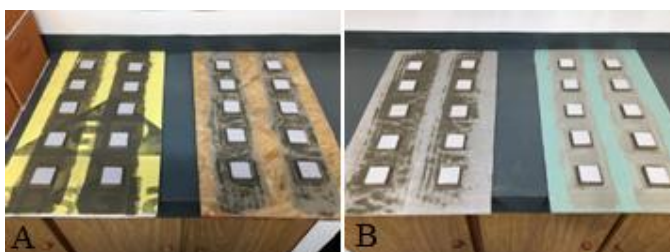
Fonte: Elaborado pelos autores.

Posteriormente precedeu-se a mistura das argamassas e realizou-se sua aplicação na direção longitudinal sobre o substrato, estendendo-se com o lado liso da desempenadeira, com movimentos de vaivém, apoiando firmemente na superfície. E então com o lado dentado da desempenadeira apoiou-se firmemente sobre o

substrato, em um único movimento, para formar os cordões com altura de $(5 \pm 0,5)$ mm no sentido longitudinal.

Transcorrido 5 minutos da aplicação da argamassa, posicionou-se as placas cerâmicas sobre quatro cordões de argamassa, de modo que existisse uma separação de 50mm entre elas e no mínimo 25mm entre suas arestas e a borda mais próxima. A figura 02 mostra as cerâmicas já assentadas ao substrato. Os conjuntos argamassas/substratos foram submetidos a uma cura normal de 28 dias, em condição ambiente de laboratório para posterior realização do ensaio.

Figura 02 - Assentamento das pastilhas cerâmicas (parte A: argamassa industrializada; parte B: argamassa tradicional com chapisco).



Fonte: Elaborado pelos autores.

Cerca de 72 horas antes da data do arrancamento colou-se em cada placa uma peça metálica de arrancamento, utilizando cola adesiva de base epóxi bicomponente, a figura 03 apresenta as peças metálicas já coladas nas cerâmicas.

Figura 03 - Colagem das pastilhas metálicas.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Posteriormente a colagem, executou-se o processo de arrancamento por tração manual, aplicando a carga até a ruptura. Em seguida registrou-se a força máxima aplicada e observou-se o tipo de ruptura que ocorreu ao final de cada ensaio. Por fim, calculou-se a tensão média de ruptura por tração das placas correspondente a cada série assentada. De acordo com a NBR 14081- 4 (ABNT, 2012) a fórmula $f_t = T/A$ é

utilizada para calcular a tensão de ruptura (ft) de cada peça cerâmica, onde ft: tensão de ruptura (MPa); T: força de ruptura (N); A: área da placa cerâmica (mm²).

4. RESULTADOS

4.1 Ensaio de consistência

O foco do ensaio constituía em encontrar a consistência da argamassa industrializada seguindo as indicações do fabricante para a realização da mistura, e desta maneira encontrar a relação a/ms que obtivesse a mesma consistência para a argamassa tradicional.

Realizando o ensaio com a argamassa industrializada obteve-se que a média dos valores resultou em 197,76mm, sendo este o valor de referência para a consistência da argamassa tradicional. Para a argamassa tradicional (1:1:4), obteve-se para um espalhamento de 196,64 relação a/ms de 0,1733. Entretanto, não foi possível utilizar esta relação, devido ao fato de que a argamassa acabou resultando em uma baixa trabalhabilidade, tornando-se impossível realizar o assentamento das pastilhas cerâmicas para o ensaio de arrancamento, pois a argamassa se prendia aos vãos da desempenadeira, ficando quebradiça e sem cordões de argamassa contínuos. A figura 04 a seguir mostra a tentativa de espalhamento desta argamassa em um dos substratos.

Figura 04 - Tentativa de espalhamento da argamassa tradicional.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Optou-se então, pela mudança da relação a/ms, a fim de encontrar uma argamassa com um aspecto visual mais aproximado da argamassa industrializada, resultando em um material mais trabalhável e adquirindo a possibilidade de assentamento das pastilhas. Realizando este processo obteve-se uma relação a/ms de 0,2241 e um espalhamento de 281,27.

4.2 Resistência à tração na flexão

A argamassa industrializada apresentou os resultados de 3,17MPa e 4,50MPa, aos 7 e 28 dias, respectivamente. Já a argamassa tradicional 2,48MPa para os 7 dias e 3,21MPa para os 28 dias. Observa-se que os resultados apresentam uma diferença significativa, nota-se que a resistência a tração na flexão da argamassa industrializada foi superior tanto aos 7 dias quanto aos 28 dias, sendo que para os 7 dias a argamassa industrializada ultrapassou os resultados da argamassa tradicional em 12%. Já para os 28 dias a argamassa industrializada obteve 17% superior à argamassa tradicional.

Recena (2015) ressalta que para os revestimentos argamassados transferirem a tensão para a ligação entre a pasta e o substrato, a resistência a tração deverá ser maior que a resistência de aderência, para que assim não acarrete em patologias indesejadas em função destas tensões. Todos os resultados apresentados atenderam esta exigência em relação a resistência de tração na flexão.

4.3 Resistência à compressão

Através dos ensaios obteve-se resultados para a argamassa industrializada de 6,06MPa para os 7 dias e 12,15MPa para os 28 dias, já para a argamassa tradicional os valores foram de 4,87MPa e 7,32MPa para os 7 e 28 dias respectivamente.

Novamente observa-se a superioridade da argamassa industrializada tanto aos 7 dias quanto aos 28 dias, destacando-se uma grande diferença aos 28 dias de idade, sendo a industrializada 25% superior a argamassa tradicional.

4.4 Capilaridade

Para a argamassa industrializada do tipo AC-III obteve-se valores de 0,11g/cm² e 0,36g/cm², para os tempos de 10 e 90 minutos. Em relação a argamassa tradicional os resultados foram de 0,58g/cm² para o tempo de 10 minutos e 1,64g/cm² para o tempo de 90 minutos. É possível observar uma diferença bastante significativa entre as argamassas, sendo que a argamassa tradicional absorveu 68% a mais de água aos 10 primeiros minutos do que a industrializada, e aos 90 minutos ocorreu um aumento de 64% da absorção de água da argamassa tradicional.

Para Kirchheim et al (2004) caso a argamassa apresente absorção mais baixa possível, esta terá maior resistência em relação a entrada de agentes destrutivos, os quais possam prejudicar o desempenho da mesma.

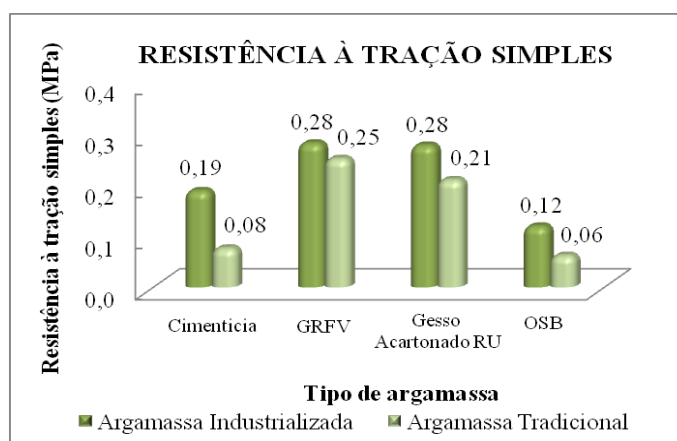
Salienta-se que a absorção de água por capilaridade é influenciada pela característica de porosidade que certo material apresenta, esta sendo resultante da menor quantidade de pasta para o preenchimento correto dos grãos da areia, e desta forma resultando em uma quantidade maior de vazios da argamassa. Justifica-se tal informação lembrando que a argamassa industrializada é um material confeccionado em indústrias, produzido com polímeros e materiais padronizados, especificamente para atender certas propriedades, sendo uma delas a retenção de água.

4.5 Ensaio de resistência à tração simples

No ensaio de resistência à tração simples foram executados 8 conjuntos, com as duas diferentes argamassas para os 4 substratos definidos, aos 28 dias de idade. Para a argamassa tradicional utilizou-se um traço de 1:1:4, além de executar-se a aplicação de chapisco aditivado com Bianco para a melhor aderência desta argamassa. Já para a argamassa industrializada optou-se pelo tipo AC- III. O Gráfico 01 a seguir apresenta os resultados encontrados para os 8 conjuntos estudados.

Segundo as prescrições da NBR 13281 (ABNT, 2005) e NBR 14081 (ABNT, 2012), as quais informam que a resistência após 28 dias de cura normal deve atingir o valor de 0,30MPa para argamassa tradicional e 1,0MPa para industrializada, respectivamente, analisando o Gráfico 01 observa-se que nenhum dos conjuntos atingiu a resistência exigida.

Gráfico 01: Resistência de aderência à tração simples.



Fonte: elaborado pelos autores.

As chapas Gesso reforçado com fibra de vidro - GRFV e Gesso acartonado RU, com a argamassa industrializada do tipo AC-III, apresentaram o melhor resultado, sendo este de 0,28MPa. Um dos pontos de fácil observação do gráfico trata-se dos

tipos de argamassas utilizadas, onde a industrializada apresentou resultados superiores à tradicional.

Observa-se que os conjuntos que possuem em sua composição o gesso (GRFV e gesso acartonado) apresentaram resistências mais elevadas tanto para a argamassa industrializada quanto para a argamassa tradicional. A placa GRFV com argamassa industrializada apresentou-se 53% superior à argamassa tradicional. Já o conjunto formado pelo gesso acartonado RU e argamassa industrializada, fez-se superior em uma porcentagem de 57% sobre a argamassa tradicional.

A placa cimentícia apresentou resultados consideravelmente baixos, para a argamassa industrializada obteve-se apenas 19% do valor exigido, já a argamassa tradicional atingiu 27%. Observa-se que a argamassa tradicional obteve a metade do valor da industrializada.

O substrato OSB resultou nos valores mais críticos entre os ensaios realizados, tanto para a argamassa industrializada, atingindo 12% do valor exigido, quanto para a argamassa tradicional a qual atingiu 20% do exigido pela norma.

Mesmo que nenhum dos valores atingiu o exigido pelas normas, vale ressaltar que as mesmas fazem referência ao substrato padrão, sendo este a placa de concreto, não existe nenhuma normativa própria para a análise da resistência de aderência à tração simples quando aplicada a argamassa colante e a argamassa tradicional com uso de chapisco aditivado para assentamento de placas cerâmicas em substratos do sistema *Steel Frame*, propostos e descritos no decorrer desta pesquisa.

5. CONCLUSÃO

Em relação ao estudo de aderência, afirma-se que nenhum dos conjuntos apresentou a resistência desejada e imposta pelas normas, entretanto fica evidente a diferença dos valores entre as duas argamassas, desta forma afirmando que existe grande desproporção para o assentamento de cerâmicas com argamassa industrializada, para o assentamento com a argamassa tradicional, esta com aplicação de chapisco aditivado nos substratos leves do sistema *Steel Frame*, sendo eles a chapa cimentícia, GRFV, gesso acartonado resistente a umidade e OSB.

Em relação ao conjunto que demonstrou melhor desempenho, informa-se que dois conjuntos apresentaram resultados de aderência superiores, sendo eles a aplicação

de argamassa industrializada do tipo AC– III para assentamento de cerâmica na placa GRFV e na placa de Gesso Acartonado RU, as quais resultaram em uma resistência de 0,28MPa.

Por fim comprova-se a necessidade de estudos com estes tipos de substratos leves utilizados no sistema *Steel Frame*, uma vez que as normas são referenciadas para substrato padrão de concreto, desta maneira é um dos parâmetros que justificam a diferença entre as exigências das normas e os resultados encontrados.

REFERÊNCIAS

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7215: Cimento Portland - Determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 1996.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13276: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos: preparo da mistura e determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro, 2006.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13279: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos: determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro, 2005.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13281: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Requisitos. Rio de Janeiro, 2005.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR: 13528: Revestimento de paredes de argamassas inorgânicas - Determinação da resistência de aderência à tração. Rio de Janeiro, 2010.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR: 13529: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas. Rio de Janeiro, 2013.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13816: Placas cerâmicas para revestimento. Terminologia. Rio de Janeiro, 1997.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 14081-1: Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas. Parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro, 2012.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 14081-2: Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas. Parte 2: Execução do substrato-padrão e aplicação da argamassa para ensaios. Rio de Janeiro, 2012..

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 14081-4: Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas. Parte 4: Determinação da resistência de aderência à tração.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 14715-1: Chapas de gesso Para drywall. Parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro, 2010.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. 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.

Crasto, R. C. M. de. Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: Light Steel Framing. Dissertação de mestrado. Ouro Preto, 2005.

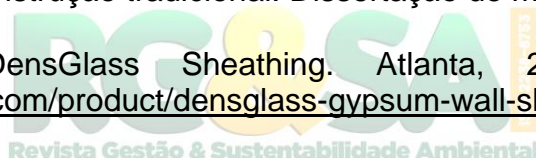
Dias, G. L. Análise de desempenho estrutural aplicada a paredes em painéis de madeira revestidos com elementos cerâmicos. Dissertação de mestrado. Florianópolis, 2000.

Fiorito, A. J. S. I. Manual de argamassas e revestimento: estudos e procedimentos de execução. São Paulo. Pini, 2009.

Freitas, A. M. S; Crasto, R. C. M. de. Steel Framing: Arquitetura. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006.

Gaspar, A. P. Construção de edifícios de habitação em Light Steel Framing: Alternativa viável à construção tradicional. Dissertação de mestrado. Porto, 2013.

Georgia Pacific. DensGlass Sheathing. Atlanta, 2017. Disponível em: <<https://www.buildgp.com/product/densglass-gypsum-wall-sheathing/>> Acesso em: 22/05/2019.



Gomes, A. P. Avaliação de desempenho térmico de edificações unifamiliares em Light Steel Framing. Dissertação de mestrado. Ouro Preto, 2007.

Kirchheim, A. P. et al. Estudo da absorção capilar em argamassa de cimento Portland branco estrutural com diferentes teores de adições pozolânicas. Anais do Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído. São Paulo, 2004.

Oliveira, J. de. Estudo das propriedades de argamassas colantes submetidas à saturação e secagem. Dissertação de mestrado. Florianópolis, 2004.

Pereira, E. Estudo da influência das propriedades de argamassas colantes na resistência de aderência de revestimentos cerâmicos aplicados no assentamento de piso sobre piso. Dissertação de mestrado. Curitiba, 2012.

Póvas, Y. V. Tempo em aberto da argamassa colante: influência dos aditivos HEC e PVAc. São Paulo: EPUDP, 1999.

Recena, F. A. P. Conhecendo argamassa. Porto Alegre: ediPUCRS, 2015.

Rodrigues, F. C. Steel Framing: Engenharia. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006.

Roscoe, M. T. Patologias em revestimento cerâmico de fachada. Monografia de Pós-Graduação. Belo Horizonte, 2008.

Saldanha, L. K. Alternativas tecnológicas para produção de chapas de partículas orientadas "OSB". Dissertação de Mestrado. Curitiba, 2004.

Santiago, A. K.; Sarmanho, A. M.; Crasto, R. C. M. de. Steel Framing: Arquitetura. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil/CBCA, 2012.

Santos, H. B. dos. Ensaio de aderência das argamassas de revestimento. Monografia de Pós Graduação. Belo Horizonte, 2008.

Silva, M. G. da; Silva, V. G. da. Painéis de Vedação. Rio de Janeiro: Aço Brasil/CBCA, 2003.

Valentini, P. Influência da absorção de água e rugosidade de substratos cerâmicos e da adição de fíler na aderência de argamassas de revestimento. Dissertação de mestrado. São Leopoldo, 2018.

