

ANÁLISE DOS EFEITOS DOS DIFERENTES MÉTODOS DE APLICAÇÃO DE CERÂMICAS NA RESISTÊNCIA MECÂNICA

Guilherme Alves Xavier¹

Felipe Trez Rodrigues²

Tiago Diehl de Souza³

Resumo

A aplicação de cerâmicas em paredes através do método de colagem surgiu como uma alternativa mais simples, rápida e efetiva para o método tradicional de assentamento, rapidamente se popularizando. Dessa forma, esse artigo tem como objetivo estudar as nuances do método de colagem, e como estas podem influenciar a resistência final à tração de peças cerâmicas. Ao executar o revestimento cerâmico em uma superfície e realizar o ensaio de arrancamento, verificou-se que o fator mais importante para o assentamento próprio de peças cerâmicas é o preenchimento dos vazios entre o tardo e a argamassa colante, e não a orientação dos cordões formados pela desempenadeira ou umedecimento do substrato.

Palavras-Chave: Argamassa; Cerâmicas; Deslocamento; Resistência Mecânica.

ANALYSIS OF THE EFFECTS OF DIFFERENT CERAMIC APPLICATION METHODS ON MECHANICAL STRENGTH

Abstract

The application of ceramics on walls using the adhesive method emerged as a simpler, faster, and more effective alternative to the traditional setting method, quickly gaining popularity. Thus, this paper aims to study the nuances of the adhesive method and how these can influence the final tensile strength of ceramic tiles. The

¹ Acadêmico do curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Santa Catarina. guilherme.x2002@aluno.ifsc.edu.br

² Professor de Engenharia Civil no Instituto Federal de Santa Catarina. felipe.trez@ifsc.edu.br

³ Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina.

execution of tensile tests on the tiles found that the most important factor for proper ceramic tile setting is the filling of the voids between the tile body and the adhesive mortar, rather than the orientation of the trowel-formed ridges or the moistening of the substrate.

Keywords: Ceramics; Mechanical Strength; Mortar; Peeling.

1. INTRODUÇÃO

Segundo FIORITO (2009), argamassa é a mistura de aglomerantes e agregados com água, substância que possui capacidade de endurecimento e aderência, comumente composta de areia natural lavada e aglomerantes como o cimento Portland e cal hidratada.

As argamassas ganham diferentes denominações em função dos aglomerantes utilizados, que também definem a destinação do produto.

Argamassas de cimento, por serem mais resistentes, especialmente a curto prazo, são utilizadas em alvenarias de alicerces, chapisco, ou quando condições de impermeabilidade são exigidas. Devido ao uso de cimento, esse tipo de argamassa pode ter o cal adicionado à sua composição, o que confere maior trabalhabilidade e possibilidade de ser usada em contrapisos, preparo de pisos e paredes para o recebimento de assentamento de revestimentos cerâmicos, além de emboço de forros e paredes. (FIORITO, 2009)

As argamassas de cal possuem grande plasticidade, portanto são utilizadas para emboço, reboco e alvenarias de vedação.

Segundo FIORITO (2009), o uso do método convencional de assentamento exige mão-de-obra especializada, treinamento adequado, um grande contingente de assentadores e baixa produtividade.

Dessa forma, uma solução que minimiza os problemas de assentamento e facilita o aprendizado dos trabalhadores era imprescindível. Assim, surgiu a argamassa colante.

De acordo com FIORITO (2009), a argamassa colante é definida como uma mistura constituída de aglomerantes hidráulicos, agregados minerais e aditivos que, quando preparada *in situ* com adição de água gera uma massa viscosa, plástica e

aderente.

Ainda segundo FIORITO (2009), ao colar o revestimento, o serviço de assentamento é dividido em duas partes distintas e independentes. A primeira, a preparação do emboço, pode ser intercalada no cronograma da obra, aproveita inteiramente a mão-de-obra disponível, é composta por serviços de alta produtividade e aproveitamento e que podem ser interrompidos em qualquer posição no fim da jornada de trabalho. A segunda parte é composta apenas pela colagem do revestimento, que também pode ser realizada durante toda a jornada de trabalho e pode ser interrompida em qualquer posição.

Entretanto, foi necessário escolher um elemento colante que pudesse ser incorporado à argamassa. Essa “cola” precisaria ser parecida com a argamassa comum, componentes dosados gravimetricamente, ter como solvente a água, ser de fácil e seguro manuseio, ter elevada plasticidade e preço relativamente baixo. Por fim, foi escolhido o “*dry-set mortar*”, que já era popular nos Estados Unidos e Europa.

De acordo com as quantidades de cimento e aditivos, as argamassas colantes são divididas em 3 (três) categorias: AC1, que é recomendada para instalação de pisos e revestimentos de até 3600 cm², possui resistência à temperatura e à umidade, mas apresenta baixa resistência; AC2, que é a mais recomendada para áreas externas e apresenta resistência média; AC3, ideal para a instalação de grandes peças de cerâmica devido a sua elevada aderência. (Leroy Merlin, 2023)

De acordo com SANTOS (2011), o termo patologia é amplamente conhecido nas áreas de ciência médica, mas foi disseminado a outros campos de pesquisa, inclusive à construção civil, onde é usado para identificar a causa de problemas que surgem em edificações e o que podem causar.

“Problemas patológicos são evolutivos e tendem a se agravar com o passar do tempo, além de acarretarem outros problemas associados ao inicial” (HELENE 1992).

Segundo SABBATINI (2000), a má fixação de peças cerâmicas, seja por materiais de qualidade e características impróprias, técnicas inapropriadas de execução e falta de manutenção adequada, pode culminar em patologias e diminuição da vida útil dos materiais.

De acordo com SHOHET (1996), cerca de 50% das edificações com menos

de 10 anos que contam com fachadas revestidas de argamassas cimentícias apresentam patologias, fração essa que chega aos 89% nos edifícios com mais de 10 anos.

Para as edificações, destacamentos e desnivelamento de cerâmicas em paredes podem contribuir para a ocorrência de infiltrações que, por sua vez, ocasionam aparecimento de manchas, agentes biológicos como mofo, descascamento e inflação de materiais de pintura e, ainda, enfraquecimento estrutural de componentes da edificação.

Adicionalmente, o descolamento de peças cerâmicas pode causar acidentes envolvendo pessoas, animais e bens materiais, com gravidade dependente de fatores como tamanho e peso das peças cerâmicas e diferença de altura entre o local de onde a peça se descolou e local impactado. Além disso, o local em que houve descolamento terá que ser submetido a análises profissionais para averiguação da condição do restante das peças. O descolamento também ocasionará retrabalho, uma vez que as peças precisarão ser substituídas.

Outro fator problemático é o estoque de peças cerâmicas. Quando não é suficiente para repor as peças, pode gerar disparidade entre as peças novas e antigas, ou pode até mesmo exigir a substituição completa de peças cerâmicas de um ambiente.

De acordo com FIORITO (2009), em todos os casos de deslocamento havia falhas nos procedimentos de execução, nomeadamente juntas de assentamento, movimentação e estruturais inadequadas ou inexistentes, espessura máxima para as camadas de argamassa não respeitada, falta de precisão na determinação do traço das argamassas, imersão em água não uniforme, ora secas, ora muito saturadas, expansão por umidade e eflorescência.

Segundo HELENE (1992), a manutenção corretiva, que corresponde aos trabalhos de diagnóstico, prognóstico, reparo e proteção das estruturas que já apresentavam manifestações patológicas, representa um custo 125 (cento e vinte e cinco) vezes superior ao custo das medidas que poderiam ter sido tomadas a nível de projeto. Dessa forma, seria muito mais financeiramente viável para um edifício empregar técnicas de assentamento e materiais ideais para a fixação das peças cerâmicas.

Segundo FIORITO (2009), deslocamentos ocorridos em um longo período de tempo após a instalação dos revestimentos, como um a quatro anos, são

caracterizados pelo efeito da dilatação higroscópica, ou seja, a expansão por umidade, um processo que ocorre lentamente. Já em casos onde as cerâmicas se desprenderam logo após o seu assentamento, entre duas a quatro semanas, tem-se como culpado o efeito da retração das argamassas ricas e espessas.

O tema deste artigo se refere a métodos de assentamento de cerâmicas, delimitado a técnicas e materiais de fixação de peças cerâmicas em superfícies verticais em Criciúma.

Tem-se como objetivo analisar os métodos de assentamento e a intensidade com que influenciam na resistência final de arrancamento de peças cerâmicas, através do teste de determinação da resistência de aderência à tração, descrito pela ABNT NBR 13755:2017. Dessa forma, foi necessário analisar os estudos previamente realizados sobre o tema; caracterizar o objeto de estudo; identificar os fatores que interferem na resistência à tração das peças cerâmicas; analisar a forma e a intensidade com que esses fatores influenciam na resistência de arrancamento de cerâmicas; elaborar possíveis conclusões acerca do tema com os resultados encontrados.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

O método utilizado para esse trabalho é o Método Hipotético-Dedutivo que, de acordo com MARCONI e LAKATOS (2024), é caracterizado pela formulação de hipóteses e pelo processo de inferência dedutiva, testa a predição da ocorrência de fenômenos abrangidos pela hipótese.

Os métodos utilizados serão o comparativo, para comparar os resultados obtidos em laboratório com outras pesquisas realizadas sobre o tema, o método estatístico, para analisar estatisticamente os dados e resultados obtidos e o método estruturalista, com o objetivo de analisar os fatores que contribuem para a obtenção dos resultados almejados pela pesquisa.

Como técnicas de pesquisa, foram utilizadas a pesquisa bibliográfica, pesquisa documental e pesquisa de laboratório.

Referente à localidade, a pesquisa foi feita em Criciúma, Santa Catarina. Os testes de laboratório foram realizados no laboratório do campus de Criciúma do

Instituto Federal de Santa Catarina.

Os testes em laboratório foram constituídos pela construção de paredes de alvenaria, assentamento de peças cerâmicas nestas paredes, ensaios normatizados de arrancamento de peças cerâmicas, a fim de diferenciar numericamente os valores de resistência de arrancamento obtidos por diferentes métodos de assentamento.

Os dados encontrados pela realização dos ensaios de arrancamento serão utilizados em comparação com as informações obtidas pelas pesquisas bibliográficas e documentais para a elaboração de uma conclusão acerca do tema.

2.2 MÉTODO DE COLAGEM

Segundo FIORITO (2009), o revestimento, quando realizado em paredes, deve ter a seguinte composição: Chapisco, com traço 1:3; Emboço, em uma camada de 2 (dois) centímetros, com traço 1:2:9; Argamassa colante.

Essa composição, por metro quadrado, terá o seguinte consumo, conforme a tabela 1:

Tabela 1 - Chapisco e Emboço

Cimento	6,16 Kg
Cal Hidratada	3,24 Kg
Areia	0,0315 m ³ /m ²
Argamassa Colante	5 Kg

Fonte: FIORITO (2009).

Segundo FIORITO (2009), o uso da argamassa colante diferencia as camadas de revestimento. A estrutura de revestimento por colagem está representadas na figura 1:

Figura 1 - Revestimento de Paredes com Argamassa Colante



Fonte: FIORITO, 2009.

- a - Base constituída por elementos de alvenaria, como tijolos, blocos e concreto;
- b - Chapisco, composto de argamassa de cimento e areia, no traço em volume de 1:3, com acabamento áspero e irregular, criando pontos de ancoragem mecânica;
- c - Camada de argamassa de regularização de cimento, cal hidratada e areia média úmida (3%) no traço em volume de 1:2:9, que possui o intuito de regularizar a superfície;
- d - Camada de argamassa de assentamento de cimento, cal hidratada e areia média úmida (3%) no traço em volume de 1:0,5:5,5, com espessura de 20 (vinte) milímetros;
- e - Camada de argamassa colante com espessura de 3 (três) a 6 (seis) milímetros, variando de acordo com as dimensões de superfície da peça cerâmica;
- f - Revestimento cerâmico.

Para FIORITO (2009), as seguintes são as técnicas e materiais adequados para a execução correta de assentamento de cerâmicas em paredes através do método de colagem:

I. Chapisco

- A superfície deve estar razoavelmente molhada;
- A argamassa deve ter traço 1:3 (cimento:areia grossa);
- Com a superfície ainda úmida, uma camada de argamassa de 5 mm chapisco deve ser aplicada;
- Deve ser aguardado o endurecimento do chapisco para que obtenha resistência mecânica.

II. Prumo da Superfície

- Deve ser aferida e determinada a espessura necessária da argamassa da camada seguinte à do chapisco;
 - Caso essa camada for de até 20 a 25 mm, executa-se a camada de emboço;
 - Se maior, há a necessidade de uma camada de enchimento, também conhecida como regularização.
- A espessura de uma camada não deverá exceder 20 a 25 mm de espessura, independente da sua função.
- Uma camada de argamassa de traço 1:2:9 (cimento:cal hidratada: areia média úmida), de acordo com a NBR-7200/82, deve ser chapada com energia sobre o chapisco e depois sarrafeada, de forma que deixe um acabamento áspero para receber pasta de cimento e emboço;
- Aguardar, no mínimo, sete dias para a cura para que ocorra 60% a 80% da retração da argamassa.
- Se, por motivos construtivos, a espessura da argamassa exceder 25 a 45 mm, há a necessidade de se utilizar tela metálica soldada de malha de 5 x 5 cm, com fio 16 BWG, chumbada na estrutura-suporte em quatro pontos por metro quadrado, nos cantos e em três pontos por metro linear.

III. Emboço

- Se menos de 20 a 25 mm de espessura forem necessários para atingir o

plano ideal, a camada de argamassa é denominada “emboço”;

- Sobre o traço, considerando cimento:cal hidratada:areia média úmida, ele será de:
 - 1:2:9, conforme o Tile Council;
 - 1:0,5:5;
 - 1:1:7.
- A argamassa deve ser chapada com energia, sarrafeada e desempenada;
- Sobre o emboço ainda fresco deve ser aplicada a pasta de cimento;
- Seguindo a preparação do emboço, deve-se aguardar no mínimo sete dias para a sua cura. Este tempo de espera pode ser reduzido de acordo com a adição de aditivos inibidores de retração das argamassas.

IV. Projeto das Juntas

- As juntas de assentamento, movimentação e estruturais devem ser projetadas antes do início do processo.

V. Cuidados Preliminares

- Não é necessário que o emboço ou contrapiso sejam umedecidos quando se usa argamassa colante, apenas que haja uma limpeza que remova pós e outros resíduos que possam prejudicar a aderência. Esta limpeza pode ser feita com o auxílio moderado de água. Situações como sol direto, dias quentes e/ou correntes de ar podem exigir o umedecimento das superfícies do emboço a fim de não haver secagem prematura da argamassa colante.

VI. Área de Espalhamento

- Quando a massa é espalhada e penteada ,depois de um certo tempo, forma-se uma película que impedirá a aderência da peça à pasta. Neste caso, ainda é possível aproveitar a argamassa colante se a peça for colocada alguns centímetros fora de posição, arrastada e percutida por pouca intensidade, mas grande frequência. Assim, a película formada tende a romper-se e a argamassa irá aderir à peça;
- A percussão da argamassa estimula a tixotropia, propriedade da massa que faz com que a sua viscosidade seja diminuída sob fortes vibrações, facilitando a acomodação e aderência da peça;

- Outro fator importante é o tempo em aberto, que é o tempo decorrido desde a penteação até o instante que ainda é possível assentar e aderir uma peça cerâmica. Dessa forma a área de espalhamento da pasta sobre o emboço depende das condições do ambiente e da velocidade dos serviços prestados pelo assentador. Normalmente a área de espalhamento poderá ser de 1 m².

VII. Água de Amassamento

- Esse quesito varia de produto para produto, mas o valor de água em relação à argamassa gira em torno de 18% a 20%;
- A pasta de argamassa colante mostra-se adequada para uso quando a sua densidade é de cerca de 1,8;
- Quando há excesso de água na argamassa, os cordões não são formados pois fluem. Quando há falta de água, os cordões não são formados pois a argamassa estará muito rígida;
- Para peças cerâmicas de maior massa são utilizadas argamassas em estado mais consistente, para evitar o escorregamento da peça. Já em cerâmicas menos massivas são utilizadas argamassas com menor consistência.

VIII. Revestimento Cerâmico

- Deve ser retirado do tardoz todo o pó mineral utilizado em sua fabricação, conhecido como engobe, pois este causará grande prejuízo na aderência da peça;
- As peças devem ser assentadas sobre os cordões alguns centímetros fora de posição, podendo ou não ter cordões de argamassa no seu tardoz, fator que é determinado pelas dimensões da peça. Em seguida, as peças devem ser arrastadas e submetidas a vibrações de alta frequência com um vibrador manual ou martelo de borracha.

2.3 FERRAMENTA DE ASSENTAMENTO

Segundo FIORITO (2009), as desempenadeiras dentadas de aço possuem a função de imprimir sobre a argamassa cordões responsáveis por impregnar o tardoz da argamassa colante. Desempenadeiras com dentes quadrados de dimensões 6 x

6 x 6 mm são mais adequados para peças com área de até 400 cm², enquanto ferramentas com dentes de 8 x 8 x 8 mm se adequam melhor para peças com áreas entre 400 e 900 cm². Desempenadeiras com aberturas circulares são somente eficazes para pisos com peças cerâmicas com área superior a 900 cm².

De acordo com FIORITO (2009), a altura dos cordões de pasta de argamassa colante gerados por desempenadeiras depende do ângulo agudo formado entre a ferramenta e o plano de emboço e da velocidade de arrasto. É recomendado que este ângulo seja de 60° ou superior.

A figura 2 apresenta a dimensão das desempenadeiras, tipo de aplicação, área da peça, local de aplicação de argamassa e altura resultante dos cordões.

Figura 2 - Altura dos cordões em função da desempenadeira utilizada

<i>Desempenadeiras</i> <i>mm</i>	<i>Aplicação em</i>	<i>Área da peça</i>	<i>Argamassa no</i>	<i>Ângulo de 60° valores teóricos*</i>	
				<i>cordões "h" mm</i>	<i>camada final "e" mm</i>
6 x 6 x 6	pisos e paredes	< 400	emboço contrapiso	5	2,5
8 x 8 x 8	pisos e paredes	≥ 400 < 900	emboço contrapiso	7	3,5
8 x 8 x 8	pisos e paredes	≥ 900	tardoz emboço contrapiso	7	6
D = 20 p = 3	Pisos	≥ 900	contrapiso	8,7	6

Fonte: FIORITO (2009).

2.4 DEFINIÇÃO DOS GRUPOS DE ESTUDO

Com o intuito de determinar a forma mais eficaz de realizar o método de colagem, foram escolhidos dois métodos de aplicação a serem comparados através do ensaio de arrancamento, são eles:

1. Os cordões de argamassa colante dispostos no tardoz da peça são paralelos aos cordões aplicados no substrato;
2. Os cordões de argamassa colante dispostos no tardoz da peça são perpendiculares aos cordões aplicados no substrato;

A NBR 13755:2017, denominada revestimentos cerâmicos de fachadas e paredes externas com utilização de argamassa colante - Projeto, execução, inspeção e aceitação, mostra que não é necessário umedecer a superfície de assentamento, salvo exceções, como a temperatura ambiente estar acima de 30°C. No dia do assentamento, a temperatura ambiente foi de 35,7°C. portanto, para definir o efeito que o umedecimento do substrato impõe sobre a resistência à tração, também foi testado o efeito da absorção de água pelo substrato, formando duas variáveis:

1. Aplicação com o substrato seco, onde o reboco não entrou em contato com a água antes da aplicação da argamassa colante;
2. Aplicação com o substrato úmido, onde o reboco entrou em contato com a água antes da aplicação da argamassa colante;

Dessa forma, os seguintes grupos são definidos, conforme a tabela 2:

Tabela 2 - Grupos de estudo

Aplicação	Paralela	Perpendicular
Substrato Seco	Grupo 1	Grupo 2
Substrato Úmido	Grupo 3	Grupo 4

Fonte: AUTOR (2024).

A imagem 1, a seguir, ilustra o início do processo de assentamento, onde metade da área assentada foi umedecida e a outra metade não foi.

Imagem 1 - Parede umedecida e seca



Fonte: AUTOR (2024).

A imagem 2 (dois) ilustra o processo de assentamento das peças cerâmicas. Vê-se o substrato, argamassa colante e cordões traçados por desempenadeira denteada, assim como as duas primeiras peças cerâmicas que foram assentadas.

Imagem 2 - Assentamento das peças cerâmicas



Fonte: Autor (2024)

A seguir, as imagens 3 (três) e 4 (quatro) mostram as condições ambientes no momento do assentamento, com informações como temperatura, umidade relativa do ar e temperatura superficial do substrato. Essas informações foram medidas com um termo higrômetro digital e um termômetro a laser.

Imagem 3 - Temperatura Ambiente e umidade relativa do ar no dia do assentamento



Fonte: AUTOR (2024).

Imagem 4 - Temperatura superficial do substrato no dia do assentamento



Fonte: AUTOR (2024).

2.5 COLAGENS DAS PEÇAS DE CERÂMICA

De acordo com a NBR 13755:2017, o assentamento só pode ser iniciado após cura mínima do emboço de 14 dias. Para esse estudo, o tempo de cura foi de 16 dias. O assentamento das peças cerâmicas deve estar concluído há pelo menos 28 dias. Neste estudo, foram 47 dias. O resultado do assentamento está ilustrado pela imagem 5.

Além disso, o item 6.6.4 da mesma norma descreve os seguintes métodos de aplicação, que foram seguidos para o ensaio:

- Uma camada lisa de argamassa colante deve ser aplicada e, em seguida, deve-se utilizar o lado denteado da desempenadeira para formar cordões na superfície;
- Em caso de dupla camada, traçar os cordões também no verso da placa. Aqui, a norma recomenda cordões paralelos entre a superfície do emboço e o verso da placa. Dado o objeto de estudo dessa pesquisa, além da aplicação paralela também de peças, também foi feita aplicação perpendicular das placas;

- Aplicar a placa cerâmica sobre os cordões de argamassa colante;
- Para que o preenchimento mínimo seja atingido, utilizar métodos de percussão (martelo de borracha), vibração (mãos ou vibrador elétrico) ou posicionamento da placa fora da posição final em pelo menos a distância entre dois cordões de argamassa, arrastando a peça até o local definitivo. Nesse estudo todos esses métodos foram utilizados.

Imagem 5 - Peças cerâmicas no dia do assentamento



Fonte: AUTOR (2024).

Segundo a NBR 13755:2017, existem critérios mínimos para o preenchimento do tardo. Na primeira amostragem, de duas placas, as duas devem ter preenchimento acima ou igual a 90%. Não sendo o caso, outra amostragem deve ser feita, dessa vez com quadro placas. Se pelo menos três placas tiverem preenchimento acima de 90%, o pano é aprovado. Se três tiverem preenchimento acima de 80%, o pano é aprovado, mas com ressalvas. Nas demais situações, o pano é reprovado.

De acordo com o item 6.5 da NBR 13755:2017, a quantidade de água de amassamento deve ser aquela indicada na embalagem do produto. A argamassa utilizada nesse estudo, AC III, da marca Quartzolit, pede, em sua embalagem 4,4 litros de água por saco. Essa proporção foi seguida com o auxílio de uma balança digital de capacidade adequada. Ainda, a argamassa foi misturada com o auxílio de uma haste helicoidal acoplada em furadeira com controle de rotação, vista na imagem 6, como recomendado no mesmo item.

Imagem 6 - Mistura da Argamassa Colante



Fonte: AUTOR (2024).

Para este ensaio, foram utilizadas peças cerâmicas quadradas de cor cinza, com lado medindo 42 (quarenta e dois) centímetros.

No momento do assentamento, a temperatura ambiente era de 35,7°C e umidade relativa do ar de 39%.

Todas as peças têm orientação voltada para o Leste.

O tempo em aberto real é excedido no momento em que o toque dos cordões, sem esmagamento, resulta na retirada dos dedos sem vestígios de argamassa. O tempo aberto real não foi excedido para a realização do assentamento das peças. (NBR 13755, 2017).

2.6 ENSAIO DE ARRANCAMENTO

Ainda de acordo com a NBR 13755:2017, placas com área superficial abaixo de 900 cm² não podem apresentar som cavo quando analisadas por meio de

percussão. Peças maiores que 900 cm², são isentas deste item, cabendo ao PRF descrever a amostragem. As peças cerâmicas utilizadas têm 1764 cm² de área. Neste estudo, sete das oito peças cerâmicas assentadas, das quais foram extraídos os corpos de prova um a sete, não apresentaram som cavo. A peça que continha o corpo de prova de número 8 apresentava som cavo.

Para verificar a resistência à tração de peças cerâmicas assentadas com o método de colagem, foi utilizado o ensaio de arrancamento, fundamentado pela ABNT NBR 13755:2017.

Segundo a NBR 13755:2017, cada conjunto de corpo de prova deve contemplar características semelhantes de:

- a) tipo de emboço, forma de aplicação, acabamento;
- b) idade do emboço e do assentamento cerâmico;
- c) tipo de argamassa colante;
- d) orientação da fachada;
- e) outros fatores regionais considerados dignos de atenção.

Todos os corpos de prova compartilham todas as características listadas acima.

O ensaio foi realizado no Instituto Federal de Santa Catarina, localizado na Rodovia SC-443, número 845, em Criciúma. O reboco da parede foi feito no dia 04 de dezembro de 2024, o assentamento das peças cerâmicas foi realizado no dia 19 de dezembro de 2024 e o ensaio de arrancamento no dia 08 de fevereiro de 2024.

A parede sobre a qual o ensaio foi realizado é de alvenaria, tem 1,05 metros de altura, 14 centímetros de reboco, dos quais 3 centímetros representam a espessura de reboco da face da parede onde foi realizado o ensaio. Está localizado na parte dos fundos do Bloco D do câmpus, como visto nas imagens 1 a 5, assim como nas imagens 7 e 8.

Imagem 7 - Espessura do Reboco



Fonte: AUTOR (2025).

Imagem 8 - Espessura da Parede



Fonte: AUTOR (2025).

Para a realização dos cortes, foi utilizado a serra circular Bosch, com disco de corte próprio para o trabalho com cerâmicas. Como o intuito do estudo é o teste de aderência das placas cerâmicas à argamassa, o corte não seccionou o emboço, mas apenas a totalidade da espessura das placas cerâmicas e parte da argamassa colante, conforme orientado pela NBR 13755:2017.

Quanto ao método de colagem, foi utilizada a cola Colamax Epóxi Bicomponente da marca Maxton. A colagem foi feita em menos de meia hora após a mistura dos componentes colantes. Uma camada de 2 (dois) milímetros de espessura de cola foi utilizada para aderir as pastilhas à cerâmica, com o auxílio de

um pincel. Após a colagem, foi esperado o período de 24 horas para a extração dos corpos de prova. Os procedimentos de colagem foram realizados de forma a cumprir com as exigências do fabricante e da NBR 13755:2017, conforme a imagem 9.

Imagem 9 - Colagem das pastilhas metálicas



Fonte: AUTOR (2025).

No dia da colagem das pastilhas metálicas, a temperatura ambiente foi de 26,5°C, umidade relativa do ar de 68% e a temperatura da superfície das peças cerâmicas foi de 27,7°C, de acordo com as imagens 10 e 11.

Imagem 10 - Temperatura ambiente e umidade no dia da colagem



Fonte: AUTOR (2025).

Imagem 11 - Temperatura Superficial no dia da colagem



Fonte: AUTOR (2025).

O dinamômetro de arrancamento utilizado é da marca Solotest, com pastilhas quadradas de aço maciço medindo 100 (cem) milímetros de lado e 10 milímetros de espessura, contando com um furo rosqueado no seu centro para acoplagem da ferramenta de arrancamento. As pastilhas foram fabricadas conforme especificado pela NBR 13755:2017 e doadas ao campus após a finalização dos ensaios. O dinamômetro utilizado afere tensão em quilograma-força (kgf), que foi posteriormente convertida para newtons (N).

Adicionalmente, os corpos de prova não podem ser posicionados a menos de 15 cm de quinas, quadros de janelas, passagens de tubos, etc., pois estes locais podem ter sido submetidos a processos diferentes de execução (NBR 13755, 2017). A NBR 13755:2017 também dita que uma mesma peça cerâmica, independente do seu tamanho, não pode conter mais de um corpo de prova. Essas considerações foram respeitadas para o estudo presente, com exceção do da placa contendo o corpo de prova de número 8, que recebeu duas extrações.

Imagem 12 - Ensaio de arrancamento



Fonte: AUTOR (2025).

A ruptura pode ocorrer aleatoriamente entre quaisquer das interfaces ou no interior de uma das camadas que constituem o revestimento. São as seguintes as formas de ruptura (NBR 13755, 2017):

- a) ruptura no interior da base;
- b) ruptura na interface chapisco/base;
- c) ruptura do chapisco;
- d) ruptura na interface chapisco/emboço;
- e) ruptura no interior do emboço;
- f) ruptura na interface argamassa colante/emboço;
- g) ruptura no interior da argamassa colante;
- h) ruptura na interface argamassa colante/placa cerâmica;
- i) ruptura na interface cola/placa cerâmica;
- j) ruptura na interface cola/pastilha metálica

Para a realização do ensaio de tração, foram utilizados as seguintes ferramentas:

- Dinamômetro de tração;
- Pastilha metálica com seção quadrada de (100 +- 5) mm de lado e 10mm de espessura (aço);

- Dispositivo elétrico dotado de disco de corte;
- Trena;
- Lápis;
- Espátula;
- Cola à base de resina epóxi;
- Fita crepe para sustentação das pastilhas.

Todas as ferramentas utilizadas estavam de acordo com os requisitos apresentados na ABNT NBR 13755:2017.

As seguintes etapas foram tomadas para a realização do ensaio, seguindo as instruções da NBR 13755:2017:

1. Limpeza das peças para a retirada de resíduos;
2. Corte quadrado de lado 100 mm para cada peça cerâmica;
3. Aplicação de cola epóxi e da peça metálica;
4. Remoção do excesso de cola com auxílio de espátula;
5. Colocação de fita crepe para auxiliar a sustentação da pastilha durante a colagem;
6. Acoplagem do equipamento de tração à pastilha metálica e aplicação lenta e progressiva de carga, com velocidade de carregamento de (250 ± 50) N/s;
7. Aplicação perpendicular de tração, até a ruptura;
8. Inspeção, medição e registro da ruptura.

3. RESULTADOS, CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS:

3.1 RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para o cálculo da resistência de aderência R_a , em Megapascal, foi utilizada a segunda equação, em conformidade com a NBR 13755:2017:

$$R_a = \frac{P}{A},$$

onde

P é a carga de ruptura, expressa em Newtons (N);

A é a área da pastilha metálica, expressa em milímetros quadrados (mm²).

A partir das informações de dimensões de corte, carga de ruptura, tensão e forma de ruptura foi montada a tabela 3 abaixo:

Tabela 3 - Resultados do ensaio de resistência à tração

Determinação da Resistência de aderência à tração - ABNT NBR 13755:2017								
Corpos de prova					Carga de Ruptura (kgf)	Carga de Ruptura (N)	Tensão (Mpa)	Forma de Ruptura
Nº	Grupo	Lado (mm)		Área de corte (mm ²)				
		L1	L2					
1	2	100	100	10 000	650	6376,5	0,63765	g
2	2	100	100	10 000	476	4669,6	0,46696	g
3	1	100	100	10 000	514	5042,3	0,50423	g
4	1	100	100	10 000	280	2746,8	0,27468	g
5	3	100	100	10 000	402	3943,6	0,39436	g
6	3	100	100	10 000	474	4649,4	0,46494	g
7	4	100	100	10 000	704	6906,2	0,69062	h
8	4	100	100	10 000	50	490,5	0,04095	g

Fonte: AUTOR (2025).

Para a obtenção da carga de ruptura em Newtons (N), foi multiplicada a carga de ruptura em quilograma-força (kgf) por 9,81 m/s².

Os corpos de prova 1 (um) a 6 (seis) e 8 (oito) tiveram suas rupturas no interior da argamassa colante, representada pela letra g, indicando que a ruptura aconteceu no local desejado, ou seja, a cola utilizada e o reboco executado apresentaram resistência suficiente para a realização do ensaio.

Já o corpo de prova 7 (sete) apresentou ruptura na interface argamassa colante/placa cerâmica, representada pela letra h.


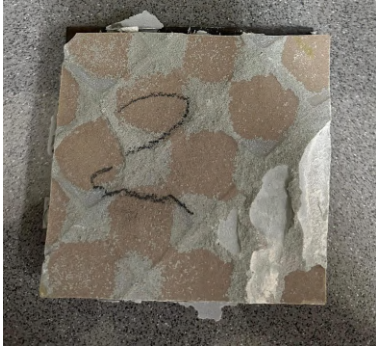
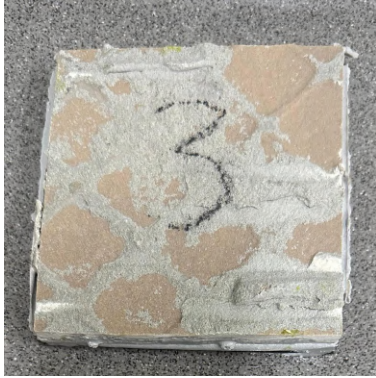

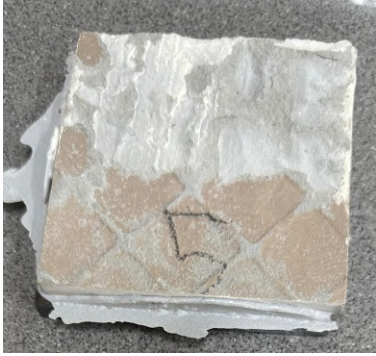
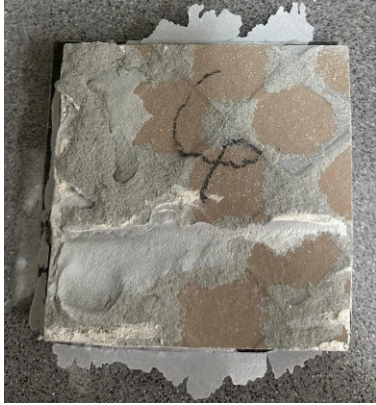


Os corpos de prova de número 1 (um) e 7 (sete) apresentaram valores de resistência à tração acima da média, resultado pela aderência de uma área maior de cerâmica, que aconteceu pelo escorrimento da cola epóxi durante o seu período de cura, como discerne-se pelas fotos da tabela 4;

O corpo de prova de número 8 (oito) apresentou resistência à tração próxima de zero, portanto foi feito outro corpo de prova na mesma placa cerâmica, que também apresentou baixa resistência. A causa mais provável para a obtenção destes resultados é o assentamento incorreto das peças cerâmicas, que pode ter ocorrido muito cedo após a mistura da argamassa colante.

O corpo de prova de número 4 (quatro) apresentou resistência à tração abaixo da média, embora não tenham sido detectados motivos que pudessem causar o valor obtido.

Os corpos de prova 2, 3, 5 e 6 (dois, três, cinco e seis) apresentaram valores similares de resistência à tração, mesmo fazendo parte de diferentes grupos de método de aplicação.

Tabela 4 - Fotografias dos corpos de prova

Determinação da resistência de aderência à tração - Fotografias do CP - ABNT NBR 13755:2017		
		
CP 1	CP 2	CP3
		
CP 4	CP 5	CP 6
		
CP 7	CP 8	

Fonte: AUTOR (2025).

Por conta da similaridade dos resultados de resistência à tração obtidos nos grupos em que o assentamento foi realizado com os cordões posicionados em

paralelo e em perpendicular em relação a parede e o substrato, conclui-se que a ferramenta principalmente responsável por garantir a resistência de tração da cerâmica ao substrato é o preenchimento dos espaços vazios na argamassa colante, e não o alinhamento ou perpendicularidade entre os cordões das peças e da superfície.

Quanto ao umedecimento do substrato anterior à colocação da argamassa colante, não foram observadas diferenças substanciais de resistência à tração entre os grupos que tiveram o seu substrato umedecido e grupos que foram aplicados a seco, por mais que a temperatura ambiente no momento do assentamento tenha sido superior a 35°C.

3.2 SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS

Para futuras pesquisas acerca do tema, é sugerido que uma maior quantidade de corpos de prova seja realizada, para que haja maior certeza estatística sobre os resultados.

Complementarmente, testes realizados sobre superfícies impermeabilizadas seriam de grande importância, uma vez que peças cerâmicas são comumente instaladas em tais superfícies, como em banheiros e piscinas.

Além disso, o assentamento das peças cerâmicas deve ser feito de forma rigorosa, de forma a não permitir a ocorrência de vazios no interior da argamassa colante .

Adicionalmente, é recomendado que a cola utilizada para o ensaio de arrancamento seja de cura rápida, para facilitar a colagem das pastilhas metálicas. Ainda, a cola deve ser altamente viscosa, visando evitar o escorrimento do material para além da área de corte.

Para a separação das pastilhas dos corpos de prova, dado o uso de cola epóxi, aconselha-se a submersão dos materiais em um recipiente contendo água quente, que torna a separação e limpeza de ferramentas extremamente simples.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15287: Informação e documentação — **Projeto de pesquisa** — Apresentação. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <https://www.gedweb.com.br/home/ifsc>. Acesso em: 10 abr. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13528: Revestimento de paredes de argamassas Inorgânicas - Determinação da resistência de aderência à tração. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575-1: Edificações habitacionais - Desempenho - Parte 1: Requisitos Gerais. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13755: Revestimentos cerâmicos de fachadas e paredes externas com utilização de argamassa colante - Projeto, execução, inspeção e aceitação. 2017.

Argamassa AC1, argamassa AC2 e argamassa AC3: veja diferenças. Leroy Merlin. 24 jan. 2023. Disponível em: <https://blog.leroymerlin.com.br/diferencas-argamassa-ac1-argamassa-ac2-argamassa-ac3/#:~:text=A%20argamassa%20colante%20%C3%A9%20o,e%20as%20dimens%C3%B5es%20da%20pe%C3%A7a>

FARIA, Vanessa; CARASEK, Helena. **Deslocamento de revestimento cerâmico interno em edifícios residenciais**. Escola de Engenharia Civil e Ambiental da UFG. Goiânia. 2018. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/AGUARDAR_2020_1_-_DESPLACAMENTO_DE_REVESTIMENTO_CER%C3%82MICO_INTERNO_EM_EDIF%C3%8DCIOS_RESIDENCIAIS_%E2%80%93_ESTUDO_DE_CASO.pdf

FIORITO, Antonio J.S.I. **Manual de Argamassas e Revestimento: Estudos e Procedimentos de Execução** - 2. ed. - São Paulo: Pini, 2009.

HELENE, Paulo. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. São Paulo, Pini: 1992.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. Projeto de pesquisa e relatório de pesquisa. *In*: **Metodologia do trabalho científico**. 9.ed., São Paulo: Atlas, 2024. Disponível em: [https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788597026559/epubcfi/6/10\[%3Bvnd.vst.idref%3Dhtml4\]!/4/24/3:79\[olu%2Cme%5E%2C\]](https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788597026559/epubcfi/6/10[%3Bvnd.vst.idref%3Dhtml4]!/4/24/3:79[olu%2Cme%5E%2C].). Acesso em: 10 abr. 2024.

SABBATINI, F. H.; BARROS, M. M. S. B. **Recomendações para a produção de revestimentos cerâmicos para paredes de vedação em alvenaria**. Escola Politécnica da USP, PCC. São Paulo. 1990.

SANTOS. U. T. A. **O Conceito de Patologias da Construção Civil**. São Paulo. 2011.

SHOHET, I. M ; LAUFER, A. **Exterior cladding methods: a technoeconomics analysis**. Journal of Construction Engineering and management, V1222, n. 3, p 242-247, 1996.