

O ensaio de aderência na tração em placas cerâmicas para verificação do desempenho sob influência das formas de assentamento

Tensile adhesion test on ceramic tiles to verify performance under the influence of installation methods

Ensayo de adherencia a la tracción en baldosas cerámicas para verificar su rendimiento bajo la influencia de los métodos de instalación

Dalila Mariane Henrique

Graduando em Engenharia Civil

Instituição: Instituto Federal de Minas Gerais

Endereço: Governador Valadares – Minas Gerais, Brasil

E-mail: dalilamarieng@gmail.com

Maria Luiza Rabelo Cruz

Graduando em Engenharia Civil

Instituição: Instituto Federal de Minas Gerais

Endereço: Governador Valadares – Minas Gerais, Brasil

E-mail: marialuizacruz867@gmail.com

Fábio José Generoso

Doutor em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais

Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Endereço: Porto Alegre – Rio Grande do Sul, Brasil

E-mail: fabio.generoso@ifmg.edu.br

Carolyne Amélia Assis Ávila

Mestra em Educação

Instituição: Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Endereço: Diamantina - Minas Gerais, Brasil

E-mail: carolyne.avila@ifmg.edu.br

RESUMO

Os revestimentos cerâmicos são amplamente utilizados na construção civil, porém apresentam recorrentes manifestações patológicas associadas, principalmente, à perda de aderência decorrente de falhas no processo executivo. Diante desse problema, o presente estudo tem como objetivo analisar a influência das diferentes técnicas de assentamento na resistência de aderência à tração de revestimentos cerâmicos. Para isso, foi desenvolvida uma pesquisa de caráter experimental e comparativo, na qual foram executados dois painéis: um conforme as recomendações normativas e outro simulando práticas não normatizadas. Após o período de cura, foram realizados ensaios de resistência de aderência à tração, com avaliação dos valores obtidos e identificação dos modos de ruptura. Os resultados indicaram que o painel normatizado apresentou maior resistência média, menor dispersão dos dados e desempenho satisfatório, com predominância de rupturas em regiões compatíveis com adequada execução. Em contrapartida,

o painel não normatizado apresentou maior variabilidade e falhas na interface entre a argamassa colante e a placa cerâmica, evidenciando deficiência na aderência. Conclui-se que o atendimento às normas técnicas e o controle adequado da execução são fundamentais para garantir o desempenho, a durabilidade e a segurança dos revestimentos cerâmicos, contribuindo para a redução de patologias nas edificações.

Palavras-chave: revestimento, cerâmica, aderência, assentamento, patologia, argamassa.

ABSTRACT

Ceramic coatings are widely used in construction; however, they frequently present pathological manifestations, especially those related to adhesion failure caused by inadequate execution practices. In this context, this study aims to analyze the influence of different installation techniques on the tensile bond strength of ceramic coatings. The research is characterized as experimental and comparative, involving the execution of two panels: one following technical standards and another simulating non-standardized construction practices. After the curing period, tensile bond strength tests were performed, including the evaluation of resistance values and identification of failure modes. The results showed that the standardized panel presented higher average strength, lower data dispersion, and satisfactory performance, with failure modes consistent with proper execution. In contrast, the non-standardized panel exhibited greater variability and failures predominantly at the interface between the adhesive mortar and the ceramic tile, indicating deficient adhesion. It is concluded that compliance with technical standards and proper execution control are essential to ensure the performance, durability, and safety of ceramic coatings, contributing to the reduction of pathological manifestations in buildings.

Keywords: coating, ceramic, adhesion, installation, pathology, mortar.

RESUMEN

Los revestimientos cerámicos son ampliamente utilizados en la construcción; sin embargo, presentan con frecuencia manifestaciones patológicas, especialmente aquellas relacionadas con la pérdida de adherencia debido a prácticas inadecuadas de ejecución. En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo analizar la influencia de diferentes técnicas de colocación en la resistencia de adherencia a tracción de los revestimientos cerámicos. La investigación se caracteriza como experimental y comparativa, considerando la ejecución de dos paneles: uno conforme a las recomendaciones normativas y otro que simula prácticas no estandarizadas. Tras el período de curado, se realizaron ensayos de adherencia a tracción, incluyendo la evaluación de los valores de resistencia y la identificación de los modos de falla. Los resultados mostraron que el panel normatizado presentó mayor resistencia media, menor dispersión de los datos y un desempeño satisfactorio, con modos de falla compatibles con una ejecución adecuada. En contraste, el panel no normatizado presentó mayor variabilidad y fallas predominantes en la interfaz entre el mortero adhesivo y la pieza cerámica, lo que indica deficiencia en la adherencia. Se concluye que el cumplimiento de las normas técnicas y el adecuado control de ejecución son fundamentales para garantizar el desempeño, la durabilidad y la seguridad de los revestimientos cerámicos, contribuyendo a la reducción de manifestaciones patológicas en las edificaciones.

Palabras clave: revestimiento, cerámica, adherencia, colocación, patología, mortero.

1 INTRODUÇÃO

Os revestimentos cerâmicos são amplamente utilizados em edificações brasileiras, tanto em ambientes internos quanto externos, devido à sua durabilidade, resistência e facilidade de manutenção. Entretanto, apesar dessa ampla aplicação, ainda são frequentes problemas de desempenho relacionados a manifestações patológicas, sobretudo quando não são observados os critérios técnicos estabelecidos em norma. Nesse contexto, as diferentes formas de assentamento adotadas em obra, muitas vezes distantes do que é recomendado tecnicamente, desempenham papel decisivo na aderência entre as camadas do sistema e, conseqüentemente, na durabilidade do revestimento.

Estudos, como os de Helene (1992) e Sena *et al.* (2020), apontam que falhas na etapa de projeto, na especificação dos materiais, na preparação da base e na execução do assentamento estão entre as principais causas de patologias em fachadas e pisos, tais como eflorescências, fissuras, descolamentos e deslocamentos. Resultados semelhantes são relatados por Abitante e Greff (2014), que destacam a elevada incidência de manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos de fachadas, muitas vezes associadas à insuficiente aderência da camada de fixação.

Mesmo com as orientações das normas NBR 13755 (ABNT, 2017) e NBR 14081-1 (ABNT, 2012), que definem parâmetros de projeto, execução e aceitação, a prática em obra ainda apresenta discrepâncias que favorecem a ocorrência dessas anomalias. Estudos de caso em edificações reais mostram que o não atendimento às recomendações normativas, especialmente no que se refere ao preparo do substrato, à escolha da argamassa colante e às técnicas de aplicação, estão diretamente relacionados à perda de aderência e ao surgimento de descolamentos e deslocamentos em fachadas cerâmicas (UNICEUB, 2012).

Diante desse cenário, o presente estudo tem como objetivo analisar comparativamente a influência de diferentes técnicas de assentamento na resistência de aderência à tração de revestimentos cerâmicos, por meio da comparação entre um sistema executado conforme as recomendações da ABNT NBR 13755 (ABNT, 2017) e outro baseado em práticas frequentemente observadas em canteiros de obras. A relevância da pesquisa está associada à elevada incidência de manifestações patológicas relacionadas à perda de aderência em revestimentos cerâmicos, especialmente em regiões submetidas a intensas variações térmicas. Os resultados obtidos buscam contribuir para o aprimoramento dos processos construtivos, aumento

da durabilidade dos revestimentos, redução dos custos de manutenção e maior segurança das edificações.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 HISTÓRIA DO REVESTIMENTO CERÂMICO

Segundo Oliveira e Hotza (2015), o termo “cerâmica” tem origem no grego *keramos* e refere-se tanto ao produto final quanto ao processo de fabricação, abrangendo itens como tijolos, telhas, revestimentos e isoladores elétricos. Sua utilização remete ao período mesolítico, entre cinco e dez mil anos atrás, quando o homem começou a modelar peças de argila, e evoluiu com a invenção do torno na Mesopotâmia entre 4000 e 3000 a.C., o que possibilitou maior padronização e aumento da escala produtiva. A aplicação de revestimentos cerâmicos em paredes ganhou destaque em diferentes civilizações, inicialmente com função predominantemente decorativa e de proteção das superfícies. Lichtenstein (1986) ressalta que, na Península Ibérica, especialmente em Portugal, os azulejos se consolidaram a partir do século XV como elemento marcante da arquitetura, caracterizando-se como peças de pequena espessura recobertas por esmalte vítreo, impermeável e brilhante. No Brasil colonial, a influência portuguesa foi decisiva para a difusão do uso de azulejos em fachadas e interiores, associando à cerâmica não apenas função estética, mas também de proteção das alvenarias contra a ação da umidade e da insolação.

2.2 PRINCIPAIS ANOMALIAS EM REVESTIMENTOS CERÂMICOS

Segundo Sena; *et al* (2020), o termo patologia, amplamente utilizado no universo da construção civil, é uma analogia ao seu uso na área da saúde. Originado no grego e derivado dos termos *pathos*, sofrimento ou doença, e *logos*, ciência ou estudo. Os autores definem as manifestações patológicas como as degradações identificadas na edificação, podendo ser originadas durante a execução da obra, na fase de elaboração do projeto ou, ainda, adquiridas ao longo do tempo em decorrência do uso da construção e da falta de manutenção adequada.

Abitante e Greff (2014), ao estudarem manifestações patológicas em revestimentos de fachada, reforçam essa visão ao apontar que a origem dos defeitos está, em geral, associada à

combinação de fatores de projeto, materiais, execução e exposição ambiental, sendo a aderência da camada de fixação um dos pontos mais sensíveis do sistema.

A partir desse entendimento, torna-se necessário destacar as principais patologias que afetam os revestimentos cerâmicos, área de grande relevância para a durabilidade das construções e foco deste trabalho.

Os revestimentos cerâmicos configuram entre aqueles que apresentam maior frequência de manifestações patológicas nas edificações (Sena *et al.*, 2020), e apesar dessa tendência, esse tipo de revestimento permanece amplamente empregado no Brasil.

Entre as principais manifestações patológicas observadas em revestimentos cerâmicos, destacam-se as eflorescências e as fissuras, frequentemente descritas na literatura como sintomas iniciais de degradação desses sistemas (Helene, 1992; Sena *et al.*, 2020). No caso das eflorescências, o problema decorre, sobretudo, da cristalização de sais na superfície do revestimento, fenômeno geralmente associado à migração de soluções contendo hidróxido de cálcio presentes no rejunte das placas e no emboço, conforme discutido por Helene (1992). As fissuras, por sua vez, estão associadas principalmente a variações de temperatura, alterações de umidade ou a movimentos diferenciais entre os diversos subsistemas construtivos, como a estrutura e a alvenaria, condições destacadas por Sena *et al.* (2020) como potenciais geradoras de tensões de tração e cisalhamento nas interfaces do revestimento.

Consoante aos estudos de Sena *et al.* (2020), o descolamento de revestimentos cerâmicos constitui uma das anomalias mais frequentes nesse tipo de material, sendo a nomenclatura utilizada diferenciada conforme a forma de ocorrência. O descolamento é identificado quando a placa cerâmica ainda permanece aderida, mas apresenta-se visivelmente destacada ou, quando avaliada pelo ensaio de percussão – conhecido popularmente como “bate-fofo” – produz um som oco. Já os deslocamentos ou destacamentos representam uma progressão do descolamento, ocorrendo quando a placa cerâmica ou a camada de assentamento já se desprende. Segue abaixo a figura 1, em exemplo o deslocamento de revestimento.

Figura 1 - Desplacamento em revestimento cerâmico



Fonte: Próprios autores (2025)

As principais causas dessa manifestação patológica estão associadas a falhas na execução, ausência de projeto adequado que contemple variáveis como materiais e condições ambientais, além das variações climáticas que provocam diferenças diárias de temperatura. Nesse contexto, demonstra-se a forma pela qual ocorre o deslocamento. Conforme a temperatura aumenta durante o período diurno, as peças sofrem dilatação térmica, gerando esforços de cisalhamento entre o substrato e o revestimento. Com a queda da temperatura no período noturno, ocorre a retração das peças, o que provoca o desprendimento parcial das placas, resultando em uma conformação em “V”.

Além disso, a retração da camada regularizadora, emboço, pode gerar tensões contrárias às de dilatação térmica das placas, ou seja, enquanto o revestimento tende a se movimentar em um sentido devido ao aquecimento, o emboço retraído passa a puxar o sistema em sentido oposto. Essa combinação submete as placas simultaneamente a compressão na região central e a esforços de cisalhamento nas extremidades, resultando em tendência à flambagem, o encurvamento ou abaulamento do conjunto em direção ao exterior da fachada, condição que antecede o desprendimento por tração.

2.3 ARGAMASSAS DE FIXAÇÃO/ ARGAMASSA COLANTE

Dentre as argamassas utilizadas em sistemas de revestimento, destacam-se as argamassas colantes, que podem apresentar diferentes composições e funções, conforme suas características de desempenho. A NBR 14081-1 (ABNT, 2012) classifica os principais tipos:

- Argamassa colante industrializada tipo I – AC I: argamassa colante resistente às solicitações mecânicas e termo higrométricas típicas de revestimentos internos, exceto os aplicados em saunas, churrasqueiras, estufas e outros revestimentos especiais.
- Argamassa colante industrializada tipo II – AC II: argamassa colante com características adesivas que permitem absorver os esforços existentes nos revestimentos de pisos e paredes internas e externas que são sujeitas a ciclos de variação termo higrométrica e à ação do vento.
- Argamassa colante industrializada tipo III – AC III: apresenta aderência superior à das argamassas colantes do tipo AC I e AC II.
- Argamassa colante industrializada com tempo aberto estendido – E: pode ter a aderência das argamassas colantes de tipo I, II ou III com tempo em aberto estendido (tempo em que a placa cerâmica pode ser assentada sobre a argamassa colante).
- Argamassa colante industrializada com deslizamento reduzido – D: pode ter a aderência das argamassas colantes de tipo I, II ou III com deslizamento reduzido (deslocamento vertical sofrido por uma placa cerâmica aplicada sobre a argamassa colante ainda fresca, por ação de seu próprio peso).

De acordo com a NBR 14081-1 (ABNT, 2012), o assentamento de placas cerâmicas em ambientes internos sem grandes variações de temperaturas é realizado com a argamassa de tipo AC I, e o assentamento de revestimentos cerâmicos em áreas internas ou externas, com altura de até 15 metros e sujeitas à variação de temperatura ou à ação do vento, deve ser realizado com argamassa do tipo AC II.

Já para o assentamento de placas cerâmicas em fachadas e paredes externas com altura maiores de 15 metros, a norma NBR 13755 (ABNT, 2017) estabelece que devem ser utilizadas, no mínimo, argamassas do tipo AC III, devido à sua maior aderência e desempenho.

Além da altura da edificação e das condições de exposição, as dimensões da placa cerâmica também influenciam na escolha da argamassa colante e no procedimento de assentamento. Placas de maior formato tendem a exigir argamassas com maior desempenho de aderência e maior controle do preenchimento do tardo, de modo a minimizar a ocorrência de vazios e reduzir a suscetibilidade a descolamentos e deslocamentos.

2.4 JUNTAS DE DILATAÇÃO E JUNTAS DE MOVIMENTAÇÃO

Especificamente, as juntas de dilatação são elementos construtivos que previnem ou limitam as tensões provenientes de variações nas dimensões dos materiais usados, como descrito por Bauer (2000). Desse modo, para os revestimentos cerâmicos, as juntas de dilatação buscam antecipar esforços causados pela dilatação das placas, assim evitando que as mesmas quebrem ao enfrentarem variação de temperatura. Segue a figura 2, exemplificando as juntas de dilatação.

Figura 2 - Junta de dilatação



Fonte: Próprios autores (2025)

Já as juntas de movimentação, para a NBR 13755 (ABNT, 2017), são espaços regulares, geralmente mais largos e profundas que as juntas de assentamento, cuja finalidade é subdividir o revestimento externo para absorver ou aliviar as tensões decorrentes da movimentação da base ou do próprio revestimento. Esses espaços podem ser deixados vazios ou preenchidos com selantes ou materiais que possuam propriedades específicas para permitir a movimentação sem comprometer o desempenho do sistema. Devem ser executadas com espaçamento de 6 m na vertical e 3 m na horizontal. Segue a figura 3, mostrando um exemplo de junta de movimentação.

Figura 3 - Juntas de movimentação



Fonte: Revista Contramarco (2024)

2.5 ASSENTAMENTO DAS PLACAS CERÂMICAS

Com base em dados da NBR 13755 (ABNT, 2017) o chapisco deve ter mínimo de três dias de cura antes da aplicação do emboço, superfície do emboço deve apresentar resistência mecânica adequada, estar limpa, seca e sem fissuras, com cura mínima de 14 dias e temperatura entre 5 °C e 30 °C. Deve ser alinhada, aprumada e plana (desvio máximo de 3 mm em 2 m), respeitando o prumo e alinhamento de elementos construtivos, caimentos, requadros, juntas e outros detalhes, garantindo boa aderência da argamassa colante e o correto assentamento das placas.

O assentamento das placas cerâmicas deve seguir os seguintes passos: primeiro, a argamassa colante é espalhada sobre o substrato com o lado liso da desempenadeira indicada para cada revestimento, formando uma camada contínua e uniforme. Em seguida, utiliza-se o lado dentado da desempenadeira para pentear a argamassa, criando cordões que favorecem o nivelamento e o preenchimento do tardo das peças, conforme a NBR 13755 (ABNT, 2017). Na técnica de dupla camada, esses cordões devem ser aplicados também no verso da placa cerâmica seca, preferencialmente em direção paralela à dos cordões do substrato. A placa é então posicionada sobre os cordões e ajustada de modo a garantir o preenchimento mínimo do tardo, utilizando-se percussão, vibração ou arraste até a posição definitiva. Por fim, deve-se remover o excesso de argamassa das juntas de assentamento, evitando a chamada contaminação do rejunte, isto é, a presença de argamassa colante endurecida no interior das juntas, o que prejudica a aderência e o desempenho do material de rejuntamento aplicado posteriormente.

2.6 INSPEÇÃO DO REVESTIMENTO CERÂMICO

De acordo com a NBR 13755 (ABNT, 2017), a inspeção de revestimentos cerâmicos de fachada é fundamental para assegurar a qualidade da execução, abrangendo desde a logística de recebimento e armazenamento de materiais até a verificação da aplicação. O processo inclui controle do consumo e prazo de uso da argamassa, nivelamento, alinhamento, prumo, preenchimento do tardo, rejuntamento, limpeza e correta aplicação de selantes, com registros em fichas de controle.

A avaliação do desempenho do revestimento, portanto, é realizada por meio da verificação desses requisitos de execução, associada a critérios objetivos de aceitabilidade: preenchimento homogêneo do tardo, ausência de som cavo identificado por ensaios de percussão, atendimento aos limites normativos de planeza e alinhamento e, de forma complementar, realização de ensaios de resistência de aderência à tração. Esses ensaios permitem quantificar a capacidade do sistema em resistir aos esforços atuantes e comparar os resultados com os valores mínimos estabelecidos em norma, caracterizando o desempenho mecânico do revestimento cerâmico de fachada.

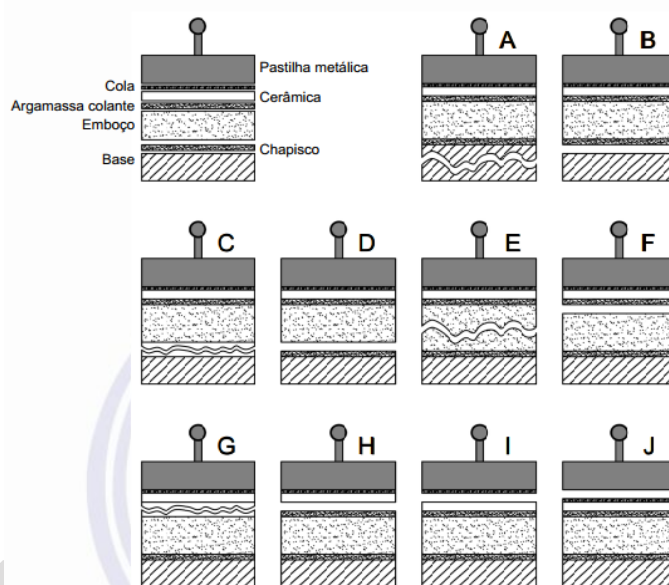
2.7 ENSAIO REVESTIMENTO CERÂMICO

A NBR 13755 (ABNT, 2017) estabelece os requisitos para projeto, execução, inspeção e aceitação de revestimentos cerâmicos em fachadas, incluindo o ensaio de resistência de aderência à tração, que tem como finalidade avaliar a força necessária para o destacamento do revestimento, assegurando seu desempenho, segurança e durabilidade. O ensaio consiste na seleção de corpos de prova representativos do revestimento cerâmico, previamente assentado conforme as recomendações normativas e submetido a um período mínimo de cura de 28 dias, sendo recomendada uma amostragem mínima de 12 unidades. Em seguida, realizam-se cortes em formato quadrado, com dimensões aproximadas de 100 mm, até atingir o emboço. Sobre esses corpos de prova, são fixadas pastilhas metálicas por meio de adesivo epóxi e, após a cura completa do adesivo, aplica-se tração perpendicular à superfície utilizando equipamento específico, até a ocorrência da ruptura, registrando-se a carga máxima em Newtons.

A resistência de aderência à tração é determinada pela razão entre a carga de ruptura e a área da pastilha, sendo também fundamental a identificação do plano de ruptura, a fim de determinar a camada mais suscetível à falha no sistema. Por fim, elabora-se um relatório técnico contendo as condições de execução do ensaio, os resultados obtidos e sua comparação com os limites estabelecidos em norma, possibilitando a avaliação do desempenho do revestimento cerâmico. A seguir, apresenta-se a figura ilustrativa das formas de ruptura dos corpos de prova.

A Figura 4 apresenta os diferentes tipos de ruptura que podem ocorrer no ensaio de resistência de aderência à tração em sistemas de revestimento cerâmico, os quais permitem identificar a região mais vulnerável do conjunto e avaliar o desempenho das interfaces e materiais envolvidos. A ruptura do tipo A ocorre na base, indicando falha no próprio substrato, enquanto a ruptura do tipo B se dá na interface entre a base e o chapisco, evidenciando deficiência de aderência entre essas camadas. Já a ruptura do tipo C ocorre no chapisco, caracterizando falha coesiva desse material, ao passo que a ruptura do tipo D ocorre na interface entre o chapisco e o emboço, indicando possível deficiência de ligação entre essas camadas. A ruptura do tipo E ocorre no emboço, sendo também classificada como falha coesiva, enquanto a ruptura do tipo F se dá na interface entre o emboço e a argamassa colante, evidenciando problemas de aderência nessa transição. A ruptura do tipo G ocorre na própria argamassa colante, indicando falha interna do material, ao passo que a ruptura do tipo H ocorre na interface entre a argamassa colante e a placa cerâmica, sendo uma das mais relevantes para a avaliação do desempenho do sistema de revestimento. Por fim, a ruptura do tipo I ocorre na placa cerâmica ou na interface entre a cerâmica, a camada de cola e a pastilha metálica do equipamento de ensaio, podendo indicar elevada aderência do sistema ou interferência na colagem do dispositivo. A análise desses modos de ruptura é fundamental para a correta interpretação dos resultados do ensaio, permitindo identificar a origem das falhas e avaliar a qualidade da execução e dos materiais empregados.

Figura 4 - Formas de ruptura do corpo de prova



Fonte: NBR 13755 (ABNT, 2017).

3 METODOLOGIA

A pesquisa é de natureza aplicada, pois busca gerar conhecimento para solução de problemas práticos relacionados ao desempenho de revestimentos cerâmicos. Quanto à abordagem, caracteriza-se como quali-quantitativa, visto que combina observações descritivas das condições de assentamento com a obtenção de dados numéricos de resistência de aderência. Em relação aos objetivos, trata-se de um estudo experimental e comparativo, pois visa analisar, em condições controladas, o efeito de dois métodos distintos de assentamento sobre o desempenho do revestimento.

O estudo foi desenvolvido em duas etapas principais, sendo a primeira referente ao assentamento do revestimento cerâmico. Para isso, utilizou-se um revestimento cerâmico da marca Ceral®, com dimensões de 10 x 10 cm, escolhido por representar um material amplamente empregado em fachadas. Foi adotado espaçador de 3 mm, conforme recomendação do fabricante.

O experimento foi dividido em dois painéis, ambos com dimensões de 5 x 5 pastilhas, diferenciando-se apenas quanto à técnica de assentamento: um executado conforme as recomendações da NBR 13755 (ABNT, 2017) e outro simulando condições não normatizadas. A argamassa utilizada foi do tipo AC III, da marca Quartzolit, selecionada por ser indicada para aplicações em fachadas. O preparo da argamassa foi realizado com a dosagem de um saco de 20

kg, conforme orientação do fabricante, com adição de água até obtenção de mistura homogênea, seguida de período de repouso de 15 minutos antes da aplicação.

A base utilizada foi constituída por bloco cerâmico convencional com emboço usinado, já com o tempo de cura adequado. A desempenadeira recomendada pela norma seria do tipo dentada com dimensões de 6 x 4 mm, indicada para assentamento de pastilhas. No entanto, devido à indisponibilidade desse modelo, foi utilizada desempenadeira com dentes de 6 x 6 mm. No momento da aplicação, a temperatura ambiente média foi de aproximadamente 27 °C.

No painel executado conforme a norma, realizou-se inicialmente a limpeza do emboço com escova, a fim de remover partículas soltas, bem como a limpeza do tardo das peças com pano. A argamassa colante foi aplicada na base com o lado liso da desempenadeira e posteriormente penteada com o lado dentado, formando cordões verticais. O mesmo procedimento foi realizado no tardo das peças, caracterizando a técnica de dupla colagem. As placas foram assentadas de modo que os cordões ficassem perpendiculares entre si, favorecendo o preenchimento do tardo, sendo posteriormente pressionadas para garantir a aderência. Por fim, procedeu-se à remoção do excesso de argamassa das juntas.

No painel não normatizado, não foi realizada a limpeza prévia da base nem das peças. A argamassa foi aplicada apenas na superfície do emboço, sendo espalhada com desempenadeira dentada, porém sem orientação definida dos cordões, que foram dispostos de forma aleatória. As pastilhas foram então assentadas com leve pressão, utilizando espaçadores, sem a aplicação de argamassa no tardo, caracterizando a ausência de dupla colagem. Ao final, foi realizada a remoção do excesso de argamassa. Segue as imagens de assentamento das pastilhas cerâmicas.

Conforme observado nas figuras 5 e 6, foram executados os assentamentos das pastilhas nos dois painéis, evidenciando diferenças significativas nos procedimentos adotados. A figura 5 apresenta o painel não normatizado, no qual a argamassa colante foi aplicada sobre o emboço de forma aleatória, sem orientação definida dos cordões, o que pode comprometer o preenchimento adequado do tardo e, conseqüentemente, a aderência do sistema.

Figura 5 - Assentamento de pastilha painel não normatizado



Fonte: Próprios autores (2026)

Por sua vez, a figura 6 ilustra o painel executado conforme as recomendações normativas, no qual se observa a formação de cordões verticais de argamassa, proporcionando melhor distribuição do material e favorecendo o desempenho da aderência.

Figura 6 - Assentamento de pastilha painel normatizado



Fonte: Próprios autores (2026)

Complementarmente, a figura 7 evidencia a aplicação da argamassa no tardo das placas cerâmicas, também com formação de cordões verticais, caracterizando a técnica de dupla colagem, fundamental para garantir maior contato entre as superfícies.

Figura 7 - Aplicação de argamassa no tardo de pastilha



Fonte: Próprios autores (2026)

Por fim, na figura 8, são apresentados os dois painéis finalizados lado a lado, sendo possível observar, da esquerda para a direita, o painel normatizado e o painel não normatizado. Essa comparação visual reforça as diferenças de execução entre os métodos adotados, contribuindo para a compreensão dos resultados obtidos nos ensaios de aderência.

Figura 8 - Painéis de revestimento cerâmico de pastilhas



Fonte: Próprios autores (2026)

Após a execução, ambos os painéis permaneceram em processo de cura por um período de 28 dias em condições não controladas de temperatura e umidade. Ressalta-se que a NBR 14081-2 (ABNT, 2012) recomenda que a cura seja realizada sob condições controladas, com temperatura de $(23 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C})$ e umidade relativa de $(50 \pm 5\%)$. No entanto, tais condições não puderam ser atendidas devido às limitações do local de aplicação, o que deve ser considerado na análise dos resultados obtidos.

A segunda etapa consistiu na realização do ensaio de resistência de aderência à tração do revestimento cerâmico. O equipamento utilizado foi um dinamômetro de arrancamento, composto por pastilhas metálicas que são coladas diretamente sobre os corpos de prova. Inicialmente, foi realizado o corte perimetral das peças cerâmicas com dimensões de 10 x 10 cm, com o objetivo de isolar a área de ensaio. O corte foi executado com o auxílio de uma serra mármore, atingindo apenas a camada de argamassa colante, sem interferir na base. Esse procedimento foi realizado em ambos os painéis, sendo selecionados três corpos de prova (CPs) por painel para a execução do ensaio.

Após o corte, procedeu-se à colagem das pastilhas metálicas sobre as superfícies das placas cerâmicas. Para isso, foi utilizado adesivo epóxi de alta viscosidade (Sikadur®), garantindo adequada aderência entre o dispositivo de ensaio e o revestimento. Previamente à aplicação do adesivo, foi realizada a limpeza das superfícies com pincel, a fim de remover partículas de poeira que pudessem comprometer a colagem. Para assegurar a fixação durante o processo de cura do adesivo, foram utilizadas tábuas como suporte mecânico. Segue a figura 9 a seguir do procedimento de colagem.

Figura 9 - Colagem das pastilhas metálicas nos corpos de prova painel não normatizado



Fonte: Próprios autores (2026)

Após a colagem, aguardou-se um período de 24 horas para a cura do adesivo antes da realização do ensaio de arrancamento. Ressalta-se que os ensaios foram realizados

separadamente em cada painel, iniciando-se pelo painel não normatizado. Decorrido o período de cura, foi realizado o ensaio de arrancamento com o auxílio do dinamômetro, registrando-se a carga de ruptura de cada corpo de prova. O equipamento fornece os resultados em quilograma-força (kgf), sendo posteriormente necessária a conversão dos valores para Newtons (N), a fim de padronizar as unidades conforme o Sistema Internacional. Segue a figura 10 com o ensaio utilizando o aparelho dinamômetro.

Figura 10 - Arrancamento do corpo de prova com o aparelho dinamômetro do painel normatizado CP 1



Fonte: Próprios autores (2026)

Na figura 10, observa-se a realização do ensaio com o dinamômetro posicionado no corpo de prova nº 1 do painel normatizado. O operador aplica a carga por meio de uma manivela, mantendo uma velocidade de carregamento de (250 ± 50) N/s, conforme recomendado pela NBR 13755 (ABNT, 2017), até a ocorrência da ruptura do corpo de prova.

O primeiro conjunto de ensaios foi realizado no painel não normatizado, seguido pelo painel executado conforme as recomendações normativas.

4 RESULTADOS

A norma NBR 13755 (ABNT, 2017) estabelece a quantidade mínima de 12 corpos de prova (CP) para cada 2000 m² de revestimento. No presente ensaio, não foi possível atender a

esse critério mínimo em função de limitações de recursos. Dessa forma, optou-se pela realização de 3 corpos de prova para cada painel de 5x5 pastilhas.

Com base nos valores obtidos de resistência à tração (MPa) e na identificação do local de ruptura dos corpos de prova, procedeu-se à análise dos resultados por meio de duas tabelas distintas. A primeira refere-se ao painel executado em conformidade com as recomendações normativas, enquanto a segunda corresponde ao painel que não apresentou controle tecnológico, sendo executado com apenas uma camada de argamassa e sem a devida limpeza do emboço e do tardo das peças. Nos Quadros 1 e 2, a forma de ruptura dos corpos de prova foi classificada por meio das letras A, B, C, D, E, F, G, H e I, as quais representam os diferentes planos de ruptura no sistema de revestimento cerâmico, sendo descritas a seguir:

- A – Ruptura na base;
- B – Ruptura na interface base/chapisco;
- C – Ruptura no chapisco;
- D – Ruptura na interface chapisco/emboço;
- E – Ruptura no emboço;
- F – Ruptura na interface emboço/argamassa colante;
- G – Ruptura na argamassa colante;
- H – Ruptura na interface argamassa colante/cerâmica;
- I – Ruptura na placa cerâmica ou na interface cerâmica/cola/pastilha.

Essa classificação permite identificar o ponto crítico de falha do sistema, contribuindo para a análise do desempenho da aderência entre as camadas constituintes do revestimento.

Cada corpo de prova possui área de 10.000 mm², correspondente à área da pastilha utilizada no ensaio. De acordo com os critérios de aceitação da norma, considera-se o sistema aprovado quando pelo menos 8 corpos de prova apresentam resistência superior a 0,5 MPa. Caso 8 ou mais corpos de prova apresentem resistência entre 0,3 MPa e 0,5 MPa, recomenda-se a consulta ao projetista. Já resultados com menos de 8 corpos de prova apresentando resistência inferior a 0,3 MPa implicam na reprovação do sistema.

Após a apresentação das tabelas, são exibidas imagens dos rompimentos dos corpos de prova, com a identificação dos respectivos locais de ruptura, a fim de complementar e subsidiar a análise dos resultados obtidos.

O Quadro 1 apresenta os resultados obtidos para o painel executado em conformidade com as recomendações normativas. Observa-se um baixo desvio padrão entre os corpos de prova, indicando boa uniformidade dos resultados e adequado controle de execução.

Em relação à resistência de aderência à tração, todos os corpos de prova atenderam ao valor mínimo estabelecido pela NBR 13755 (ABNT, 2017) evidenciando o desempenho satisfatório do sistema de revestimento. Dessa forma, o painel é considerado aprovado, uma vez que todos os corpos de prova apresentaram resistência superior a 0,5 MPa. Quanto ao modo de ruptura, verificou-se predominância na interface do emboço, comportamento esperado para sistemas corretamente executados, indicando que a aderência entre as camadas ocorreu de forma adequada.

Quadro 1 - Resultados ensaio painel normatizado

ABNT NBR 13755 – Determinação da resistência de aderência à tração															
Corpo de prova			Carga de Ruptura N	Tensão Mpa	Forma de Ruptura %										
Nº	Lado mm				Área mm²	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	L1	L2													
1	100	100	10000	9316,32	0,93					X					
2	100	100	10000	9767,42	0,98					X					
3	100	100	10000	8149,33	0,81					X					
Resistência média: 0,91 MPa															
Desvio padrão: 0,09															

Fonte: Próprios autores (2026)

O Quadro 2 apresenta os resultados obtidos para o painel executado sem o devido controle tecnológico. Observa-se um desvio padrão elevado entre os corpos de prova, indicando maior dispersão dos resultados e baixa uniformidade na execução. Em relação à resistência de aderência à tração, nem todos os corpos de prova atenderam ao valor mínimo estabelecido pela NBR 13755 (ABNT, 2017), evidenciando desempenho insatisfatório do sistema de revestimento, a norma exige que pelo menos 8 dos 12 corpos de prova apresentem resistência de aderência à tração superior a 0,5 MPa, o que corresponde a aproximadamente 66,67% do total. No ensaio realizado, em função da limitação do número de amostras $n = 3$, verificou-se que 2 corpos de prova atingiram valores superiores a 0,5 MPa, representando o mesmo percentual de 66,67%, dessa forma, sob uma análise proporcional aos critérios normativos, o painel pode ser considerado aprovado. Quanto ao modo de ruptura, verificou-se predominância na interface entre a argamassa colante e a placa cerâmica, indicando deficiência na aderência nessa região.

Quadro 2 - Resultados ensaio painel não normatizado

ABNT NBR 13755 – Determinação da resistência de aderência à tração															
Corpo de prova			Carga de Ruptura N	Tensão Mpa	Forma de Ruptura %										
Nº	Lado mm				Área mm²	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	L1	L2													
1	100	100	10000	8021,84	0,80							X			
2	100	100	10000	4010,92	0,40							X			
3	100	100	10000	6884,27	0,68							X			
Resistência média: 0,63 MPa															
Desvio padrão: 0,21															

Fonte: Próprios autores (2026)

A fim de complementar os resultados apresentados no Quadro 1, as figuras 11, 12 e 13 apresentam os corpos de prova do painel normatizado após a realização do ensaio de resistência de aderência à tração, possibilitando a identificação visual dos planos de ruptura observados.

Figura 11 - Corpo de prova CP1 do painel normatizado após ensaio de aderência à tração



Fonte: Próprios autores (2026)

Figura 12 - Corpo de prova CP2 do painel normatizado após ensaio de aderência à tração



Fonte: Próprios autores (2026)

Figura 13 - Corpo de prova CP3 do painel normatizado após ensaio de aderência à tração



Fonte: Próprios autores (2026)

Nas figuras 11, 12 e 13, que mostram o painel normatizado, observa-se que os corpos de prova apresentam ruptura predominante na interface emboço, indicando adequada aderência entre as camadas. E, com o objetivo de complementar os resultados apresentados no Quadro 2, as Figuras 14, 15 e 16 apresentam os corpos de prova do painel não normatizado após a realização do ensaio de resistência de aderência à tração.

Figura 14 - Corpo de prova CP1 do painel não normatizado após ensaio de aderência à tração



Fonte: Próprios autores (2026)

Figura 15 - Corpo de prova CP2 do painel não normatizado após ensaio de aderência à tração



Fonte: Próprios autores (2026)

Figura 16 - Corpo de prova CP3 do painel não normatizado após ensaio de aderência à tração



Fonte: Próprios autores (2026)

Já no painel não normatizado, ilustrado nas figuras 14, 15 e 16, as imagens evidenciam falhas na interface entre a argamassa colante e a placa cerâmica, caracterizando deficiência na camada de fixação. As figuras de 11 a 16 apresentam os registros fotográficos dos corpos de prova após a realização dos ensaios de resistência de aderência à tração, permitindo a identificação visual dos modos de ruptura e a avaliação qualitativa do desempenho do sistema de revestimento cerâmico. Conforme destacado por Ribeiro e Barros (2010), a camada de fixação, por constituir a interface entre o emboço e as placas cerâmicas, desempenha papel determinante no desempenho do sistema de revestimento. A aderência em ambas as interfaces deve apresentar nível adequado frente às solicitações atuantes, sendo essa camada considerada um ponto crítico. Quando as tensões superam sua resistência de aderência, podem ocorrer destacamentos, seja das placas cerâmicas em relação à argamassa colante ou desta em relação ao emboço.

Dessa forma, os registros fotográficos corroboram os resultados quantitativos obtidos nos ensaios, evidenciando que a ausência de controle tecnológico compromete diretamente o desempenho da camada de fixação, aumentando a suscetibilidade a falhas de aderência e ao destacamento das placas cerâmicas.

5 CONCLUSÃO

O presente estudo teve como objetivo analisar a influência das técnicas de assentamento na resistência de aderência à tração de revestimentos cerâmicos, por meio da comparação entre um painel executado conforme as recomendações normativas e outro representando um painel fora das normativas. Os resultados obtidos evidenciaram diferenças significativas no desempenho dos sistemas, diretamente relacionadas ao controle de execução.

O painel normatizado apresentou comportamento satisfatório, com todos os corpos de prova atingindo valores superiores ao mínimo exigido pela NBR 13755 (ABNT, 2017), além de baixa dispersão dos resultados, indicando uniformidade e qualidade na execução. O modo de ruptura predominante no emboço confirma que as interfaces críticas do sistema apresentaram adequada aderência, caracterizando um desempenho compatível com o esperado para sistemas corretamente executados.

Por outro lado, o painel não normatizado apresentou maior variabilidade nos resultados, evidenciada pelo elevado desvio padrão, além de valores de resistência inferiores em parte dos corpos de prova. Embora tenha sido considerado aprovado sob uma análise proporcional aos critérios normativos, os resultados demonstraram desempenho inferior, com predominância de ruptura na interface entre a argamassa colante e a placa cerâmica, indicando deficiência na camada de fixação.

A análise conjunta dos resultados quantitativos e qualitativos, incluindo os registros fotográficos, confirma que a camada de fixação constitui um ponto crítico no sistema de revestimento cerâmico, sendo altamente sensível às condições de execução. Falhas como ausência de preparo adequado da base, falta de limpeza e aplicação incorreta da argamassa comprometem significativamente a aderência e aumentam a suscetibilidade a manifestações patológicas, como descolamentos e deslocamentos.

Dessa forma, conclui-se que o atendimento às recomendações normativas é fundamental para garantir o desempenho, a durabilidade e a segurança dos revestimentos cerâmicos. O estudo reforça a importância do controle tecnológico e da capacitação da mão de obra na execução dos serviços, contribuindo para a redução de patologias e para a melhoria da qualidade das edificações.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos, primeiramente, a graça de Deus por nos ter concedido a oportunidade de concluir a graduação em Engenharia Civil, guiando-nos e fortalecendo-nos ao longo de toda a jornada.

Aos nossos pais, Derli e Rosilene, Leonardo e Tatiana, expressamos profunda gratidão pelo amor, apoio, confiança e incentivo incondicional, fundamentais não apenas para a conclusão deste trabalho, mas para toda a nossa formação pessoal e profissional.

Agradecemos ao orientador Dr. Fábio José Generoso, pela orientação técnica, dedicação e contribuição essencial para o desenvolvimento deste artigo. Estendemos também nossos agradecimentos aos professores que, ao longo da trajetória acadêmica, compartilharam conhecimentos e experiências, contribuindo significativamente para nossa formação.

Reconhecemos ainda a colaboração da empresa Santos Pavimentação pelo empréstimo do dinamômetro, bem como o apoio do discente Daniel Miranda Santos, do engenheiro Marques Maciel Santos Gomes e do mestre Heriston Rodrigues, pela colaboração na execução dos ensaios e pela disponibilização do espaço para realização das atividades experimentais.

Por fim, agradecemos a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- ABITANTE, A. L. R.; GREFF, C. Manifestações patológicas encontradas em revestimentos de fachada. Maceió, 2014.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13755:2017 – Revestimentos cerâmicos de fachadas e paredes externas com utilização de argamassa colante — Projeto, execução, inspeção e aceitação — Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14081-1:2012 – Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas – Parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14081-2:2012 – Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas – Parte 2: Determinação do tempo em aberto. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.
- BAUER, L. A. Falcão. Materiais de Construção. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000.
- HELENE, Paulo. Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto. São Paulo: Pini, 1992.
- LICHTENSTEIN, N. B. Revestimentos cerâmicos: projeto, execução e inspeção. São Paulo: Pini, 1986.
- OLIVEIRA, Antonio Pedro Novaes; HOTZA, Dechamir. Tecnologia de fabricação de revestimentos cerâmicos. Florianópolis: UFSC, 2015.
- REVISTA CONTRAMARCO. Juntas de movimentação em fachadas: detalhamento e execução. Contramarco, São Paulo, 2024. Disponível em: <[contramarco.com.br](https://www.contramarco.com.br/)>. Acesso em: 05 out. 2025.
- RIBEIRO, Fabiana Andrade; BARROS, Mercia Maria Semensato Bottura. Juntas de movimentação em revestimentos cerâmicos de fachadas. São Paulo: Pini, 2010.
- SENA, Gildeon Oliveira; NASCIMENTO, Matheus Leoni Martins; NETO, Abdala Carim Nabut; LIMA, Natália Maria. Patologia das construções. Salvador: 2B, 2020.
- SINDUSCON – SP. Desplacamento do revestimento interno cerâmico. São Paulo: Sinduscon, 2019.
- UNICEUB. Estudo de caso de patologias em revestimento cerâmico em fachada de edifício residencial. Brasília: Centro Universitário de Brasília, 2012.