CBPAT 2020 ANAIS
CONGRESSO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES
DE 15 A 17 DE ABRIL | FORTALEZA - CE
http://dx.doi.org/10.4322/CBPAT.2020.095
ISBN 978-65-86819-05-2

ANÁLISE DAS CAUSAS DE DESCOLAMENTO DE REVESTIMENTOS CERÂMICOS NAS FACHADAS DOS LABORATÓRIOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO

BRAGA, VICTOR
Engenheiro Civil
Universidade Federal de Ouro Preto
Minas Gerais; Brasil
victor.x.21@hotmail.com

ELOI, FERNANDA
Mestranda em Engenharia Civil
Universidade Federal de Ouro Preto
Minas Gerais; Brasil
fernandaeloi94@gmail.com

NOGUEIRA, MARCELA
Mestranda em Engenharia Civil
Universidade Federal de Ouro Preto
Minas Gerais, Brasil
marcela.nogueira@aluno.ufop.edu.br

COSTA, LAÍS CRISTINA
Doutoranda em Engenharia Civil
Universidade Federal de Ouro Preto
Minas Gerais, Brasil
lais.cristina.costa@gmail.com

SILVA, GUILHERME JORGE
Engenheiro Civil, D.Sc
Universidade Federal de Ouro Preto
Minas Gerais, Brasil
guilhermebrigolini@ufop.edu.br

PEIXOTO, RICARDO ANDRÉ
Engenheiro Civil, D.Sc
Universidade Federal de Ouro Preto
Minas Gerais, Brasil
fiorotti.ricardo@gmail.com

RESUMO

O descolamento de revestimentos cerâmicos é uma das manifestações patológicas mais frequentes em fachadas de edificações e ocorre a partir da perda de aderência entre os elementos do sistema de revestimento. As causas mais comuns são dilatação higroscópica da cerâmica, ausência de juntas, falhas no assentamento ou no rejuntamento e variação da temperatura no ambiente. Este trabalho visa verificar as causas desta manifestação patológica na fachada dos laboratórios da Escola de Minas na Universidade Federal de Ouro Preto. A partir de análises em campo, coleta de amostras e ensaios laboratoriais verificou-se que a não aderência aconteceu entre os revestimentos cerâmicos e a argamassa, e os principais motivos considerados foram as dilatações térmicas e higroscópicas e falhas durante a execução. Os ensaios para avaliação das dilatações térmica e higroscópica demonstraram que estas pouco contribuíram para o progresso do descolamento, enquanto a determinação da resistência à aderência apresentou valores abaixo dos recomendados. Além disso, as cerâmicas possuíam cordões de argamassa ainda inteiros. Assim, observa-se que a principal causa dessa manifestação patológica foi a execução incorreta do assentamento das cerâmicas.
Palavras-chave: revestimento cerâmico, descolamento, manifestação patológica.

ABSTRACT

Detachment of ceramic tiles is one of the most usual pathologies in building facades and occurs from the loss of adhesion between the elements of the coating system. The most usual causes are hygroscopic ceramic dilatation, absence of joints, settlement or grout failure, and temperature variation in the environment. This paper aims to verify the causes of this pathology in the facade of the Escola de Minas laboratories at the Universidade Federal de Ouro Preto. From field analysis, sample collection and laboratory tests it was found that not adherence occurred between ceramic and mortar coatings. The main factors considered was thermal and hygroscopic dilatation and failures during execution. Tests for the evaluation of thermal and hygroscopic dilatations have shown these little contributions to the detachment progress, while the determination of the adhesion resistance exhibits values below recommended and mortar strands still intact. Therefore, it is observed that the main cause for this pathology was a failure during the laying of ceramics.
Keywords: ceramic coating, detachment, pathologies.

ISBN 978-65-86819-05-2

1. INTRODUÇÃO

Os revestimentos cerâmicos são comumente utilizados como material de acabamento em fachadas de edifícios. Além de contribuir para a estética das contruções, também são responsáveis por proteger as edificações de deteriorações causadas por agentes externos, como a ação de intempéries. Ainda, os revestimentos cerâmicos são solicitados por ações provocadas pelas tensões da estrutura e da vedação e também por ações intrínsecas às cerâmicas, como dilatação e contração causadas por variação de umidade e/ou temperatura. (RIBEIRO e BARROS, 2010).

Assim, é necessário cuidado e planejamento na execução deste tipo de revestimento para evitar o aparecimento de manifestações patológicas como fissuras, vesículas, manchas, eflorescências, destacamentos e decolamentos. Tais manifestações patológicas não só prejudicam a estética das fachadas, como também comprometem suas características de proteção superfície e estanqueidade do revestimento. Dentre as diversas manifestações patológicas, uma das mais notadas e recorrentes é o descolamento cerâmico, a perda de aderência.

Segundo Sabbatini e Barros (2001), o descolamento pode ser definido como um processo de falha ou ruptura entre a interface da camada de fixação e as peças cerâmicas ou ainda entre a camada de fixação e o substrato. Este processo ocorre quando as tensões presentes são maiores que a capacidade de aderência das ligações. Para evitar este processo, deve-se considerar as variações térmicas, o clima e a localidade de aplicação do revestimento durante a fase de projeto, a fim de determinar o tipo de revestimento e argamassa adequados, bem como a necessidade ou não de juntas de dilatação. Desta forma, os riscos de descolamentos em decorrência de dilatações higroscópicas e/ou ausência de juntas de movimentação são minimizados. (MAIA NETO; SILVA e CARAVALHO JR., 1999).

Durante a etapa de execução, alguns fatores como metodologia inadequada para assentamento das peças, desrespeito ao tempo em aberto (intervalo de tempo que a argamassa pode ficar sobre o emboço sem que ela perca seu poder adesivo), insuficiência ou excesso de rejunte, preparo inadequado da base podem levar à perda de aderência entre o substrato e o revestimento cerâmico. Em geral, o descolamento e consequente destacamento dos revestimentos cerâmicos não estão associados a uma causa em específico e sim à combinação de diversas causas atuando de maneira simultânea.

Assim, considerando as diversas possibilidades para a ocorrência desta manifestação patológica nos prédios dos Laboratórios da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto, o presente estudo propõe avaliar suas causas através de coleta de dados e ensaios laboratoriais. Os objetivos deste trabalho são analisar os projetos das fachadas, investigar as propriedades das cerâmicas das fachadas dos laboratórios e das causas do descolamento das mesmas, avaliar a influência do método construtivo empregado na qualidade dos revestimentos e estudar a influência de fatores externos na qualidade dos revestimentos

2. MÉTODOS

A metodologia adotada neste trabalho compõe-se de 2 etapas principais: (1) coleta de dados e amostras em campo e (2) investigação das causas.

Na primeira etapa, foi realizada uma anamnese quanto a construção, estado de conservação e manutenção dos prédios com profissionais responsáveis pelo setor de desenvolvimento da infraestrutura da universidade na Prefeitura do Campus Universitário da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Em seguida, procedeu-se com a verificação da existência de projeto e com a realização de uma análise visual para identificar a existência ou não das juntas de dilatação, das juntas de assentamento e para verificar a condição do tardoz das peças cerâmicas coletadas. Observou-se ainda a posição das fachadas em relação ao sol e, posteriormente, realizou-se coleta de amostras do revestimento cerâmico. Segundo Sabbatini e Barros (2001), um dos sintomas que eventualmente sucedem ao som oco durante o toque das peças é o descolamento, portanto a retirada das peças foi realizada conforme os passos a seguir:

1. Observação visual do local e identificação de pontos críticos
2. Verificação do som emitido no toque das peças
3. Retirada das peças

Na segunda etapa, as causas foram investigadas. Seguindo os métodos de investigação propostos por Maia Neto, Silva e Carvalho (1999), além da utilização da norma ABNT NBR 13755 (2017), realizou-se ensaios e análises laboratoriais a fim de apontar as possíveis causas do surgimento dos descolamentos: expansão por umidade, coeficiente de dilatação térmica e resistência a aderência segundo a NBR 13818 (1997).

ISBN 978-65-86819-05-2

2.1 Determinação de expansão por umidade

A expansão por umidade foi realizada em adaptação a um dos ensaios propostos na NBR 13818 (1997) para peças cerâmicas assentadas em fachadas. Foram ensaiadas seis amostras que não possuíam trincas. A verificação da possível expansão/retração dos corpos de prova foi avaliada com auxílio de um paquímetro digital, com dimensão máxima de medida de 15 centímetros. Por isso, cada peça que inicialmente possuía 25 centímetros de comprimento foi cortada passando a possuir 10 centímetros de comprimento e as rebarbas foram descartadas.
Após o preparo das amostras, elas foram levadas para a estufa (Figura 1), onde permaneceram durante 24 horas. Em seguida, foram aquecidas em um forno mufla até atingirem 550°C, permanecendo durante 2 horas nessa temperatura (Figura 2). Posteriormente, a mufla foi desligada e aguardou-se a temperatura no interior do forno atingir 70°C para retirada das peças. Então, foram medidos os comprimentos das peças após a queima em milímetros (Figura 3). Posteriormente, a amostra foi mantida por 24 horas em água fervente (Figura 4) e em seguida ficou 3 horas fora da água para que o equilíbrio térmico fosse atingido, medindo-se novamente as dimensões da peça.



Figura 1 - CP's na estufa



Figura 2 –CP’s na mufla



Figura 3 - Medição dos CP's



Figura 4 - Imersão em água

A expansão por umidade (EU) dos revestimentos foi calculada através da seguinte equação:

$$EU = \left(\frac{\Delta L}{lo}\right) \times 1000 \quad \text{(mm/m)} \qquad (1)$$

sendo,
$\Delta L = l_1 - l_0$

onde,
l_0 = medida das dimensões antes do ensaio com água fervente, em mm.
l_1 = medida das dimensões após o ensaio com água fervente, em mm.

Para o cálculo da dilatação higroscópica total remanejou-se a equação (1), dando origem à seguinte:

$$\Delta L = EU \times lo \qquad (2)$$

Foram utilizados os valores médios da menor e da maior dimensão para o cálculo da dilatação higroscópica total.

ISBN 978-65-86819-05-2

2.2 Determinação do coeficiente de dilatação térmica

A determinação do coeficiente de dilatação de uma peça cerâmica submetida a uma variação de temperatura foi realizada através de adaptações ao ensaio proposto pela NBR 13818 (1997). Os três corpos de prova utilizados neste ensaio, devido a utilização do paquímetro digital, também foram cortados para que sua maior dimensão tivesse 10 centímetros. Os mesmos foram submetidos a secagem em estufa, até que atingir constância de massa. Posteriormente foram retirados e deixados em repouso a fim de se obter equilíbrio térmico com o ambiente. Em seguida, mediu-se as dimensões das placas cerâmicas com o paquímetro digital e os valores foram utilizados na seguinte expressão que determina o coeficiente de dilatação térmica linear (δ):

$$\delta = \frac{1}{la} \; x \; \frac{\Delta L}{\Delta T} \qquad (3)$$

sendo,
$\Delta L = l_b - l_a$
$\Delta T = t_f - t_i$

onde,
l_b = comprimento final do corpo de prova (m)
l_a = comprimento do corpo de prova à temperatura ambiente (m)
t_f = temperatura final (°C)
t_i = temperatura inicial (°C)
ΔL = aumento do comprimento do corpo de prova (m)
ΔT = aumento da temperatura do corpo de prova (°C)

Outro fator relevante é a dilatação total que esse tipo de cerâmica pode atingir variando-se a temperatura. A dilatação para cada peça individualmente, pode ser calculada através da seguinte equação:

$$\Delta L = \delta \times La \times \Delta T \qquad (4)$$

Para o cálculo das dilatações totais na maior e menor dimensão, utilizou-se seus valores médios.

2.3 Determinação da resistência de aderência de revestimentos cerâmicos assentados com argamassa colante

A resistência de aderência dos revestimentos foi determinada através de adaptações do procedimento proposto pela NBR 13818 (1997), por meio da tensão máxima suportada pelo conjunto argamassa-revestimento quando submetido a esforço normal de tração simples. Foram escolhidos seis corpos de prova aleatoriamente, evitando aqueles que apresentassem som cavo. Realizada a escolha, as cerâmicas foram limpas e preparadas para receber uma pastilha metálica redonda com diâmetro de 50 mm (Figura 5). Primeiramente, utilizou-se uma serra para cortar a placa cerâmica no formato de um quadrado com os lados de dimensão igual ao diâmetro do disco (Figura 6). Depois, aplicou-se sobre o revestimento uma cola a base de resina epóxi, onde posteriormente foi fixada a pastilha metálica (Figura 7). Dessa forma, o disco ficou localizado dentro de um quadrado com os lados iguais a 50 mm. Utilizou-se uma fita adesiva para manter a disco metálico no lugar correto durante a secagem da cola epóxi. Realizados o corte e a colagem, um equipamento de tração foi acoplado à pastilha metálica de forma a aplicar sobre ela um carregamento lento e progressivo com uma velocidade de 250 ± 50 N/s. O esforço de tração foi aplicado perpendicularmente ao corpo de prova até que houvesse a ruptura (Figura 8). Nesse momento, aferiu-se a carga aplicada (carga de ruptura N). Uma análise visual foi realizada para determinar em qual interface do sistema houve a ruptura. A resistência à aderência (Ra) foi determinada através da seguinte expressão, onde P é a carga de ruptura em Newtons e A é a área da cerâmica cortada em mm².

$$Ra = \frac{P}{A} \qquad (6)$$

ISBN 978-65-86819-05-2



Figura 5 - Preparação da peça



Figura 6 - Corte da peça



Figura 7 - Fixação da pastilha



Figura 8 - Acoplamento do equipamento de tração

3. RESULTADOS

3.1 Coleta de dados

A Figura 9 mostra a fachada frontal dos laboratórios, onde o descolamento das cerâmicas é bastante visível.



Figura 9 - Fachada dos Labaratórios

Após visitas realizadas à Prefeitura do Campus UFOP, não foram encontrados projetos referentes à construção das fachadas. Nenhuma informação foi obtida acerca do tipo de argamassa adotada, lotes dos revestimentos utilizados ou qualquer informação que agregasse à pesquisa. Apenas o projeto arquitetônico foi cedido. Além disso, através da anamnese foi verificado que durante a construção dos laboratórios, mais de uma empresa participou da obra. Dessa forma, não se pode afirmar que não existiu um projeto, mas as evidências indicam que não houve uma fiscalização adequada do processo construtivo. Além do mais, o fato de mais de uma empresa ter participado da obra, esbarra na ausência de projetos de compatibilização e metodologia de execução, que na maioria das vezes é prejudicial à vida útil da construção como um todo. No entanto, o tardoz das peças apresentava o nome do fabricante da cerâmica, o que possibilitou a obtenção de mais informações a respeito do material.

A dimensão da cerâmica é igual a 6,5x25,6 cm. A classe de absorção de água, segundo a empresa, é classificada como BIIa. O código “B” corresponde ao tipo de processo utilizado para confeccionar o revestimento, nesse caso, trata-se de uma peça prensada. E o código IIa diz respeito à absorção de água e classifica o revestimento cerâmico em estudo como semigrés (entre 3 e 6% de absorção de água). A NBR 13818 (1997) não especifica qual tipo de cerâmica deve ser utilizada em fachadas. No entanto, Goldberg (1998) propõe que, cerâmicas com absorção de água acima de 3% não devem ser aplicadas em fachadas com temperaturas de congelamento. Em outros climas, entretanto, esse valor não deve ser superior à 6%. Sendo assim, as cerâmicas usadas para revestir a fachada em análise então dentro dos parâmetros e foram corretamente empregadas neste aspecto.

ISBN 978-65-86819-05-2

3.2 Análise visual

Por meio de investigações visuais, verificou-se a existência de juntas de assentamento com espessura de aproximadamente 12 mm (Figura 10).



Figura 10 - Verificação das juntas

Segundo o fabricante, a dimensão mínima indicada é de 5 mm. Com isso, as juntas adotadas estão dentro das especificações. No entanto, não foi constatada a presença de juntas de dilatação. De acordo com a NBR 13755 (2017), devem haver juntas horizontais de movimentação a cada 3 m ou a cada pé direito, enquanto as verticais devem ocorrer no máximo a cada 6m. Portanto, como apresentado nas figuras 11,12 e 13, na parte frontal da edificação deveriam ser implantadas juntas horizontais na parte superior, a 3 m de altura. Nas laterais, juntas verticais deveriam ocorrer a cada 6 m e nos fundos (onde os painéis de revestimentos são os maiores) deveriam haver juntas verticais a cada 6 m e juntas horizontais a cada 3 m.

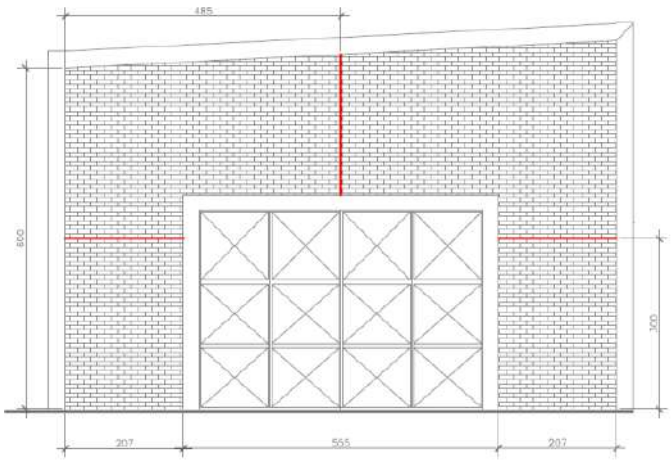


Figura 11 - Sugestão de implantação de juntas - Frontal

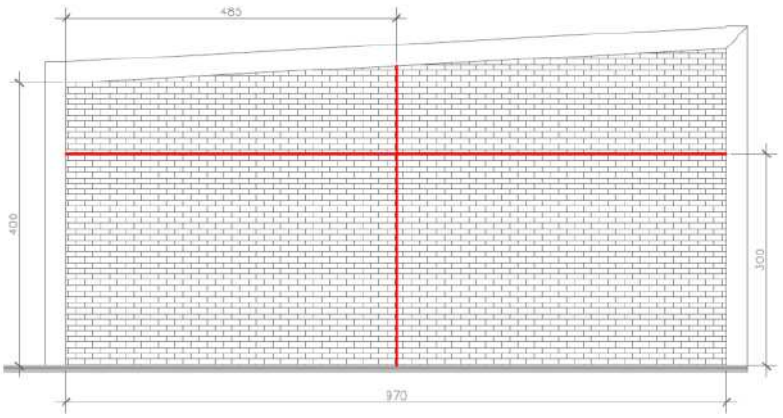


Figura 12 - Sugestão de implantação de juntas - Lateriais

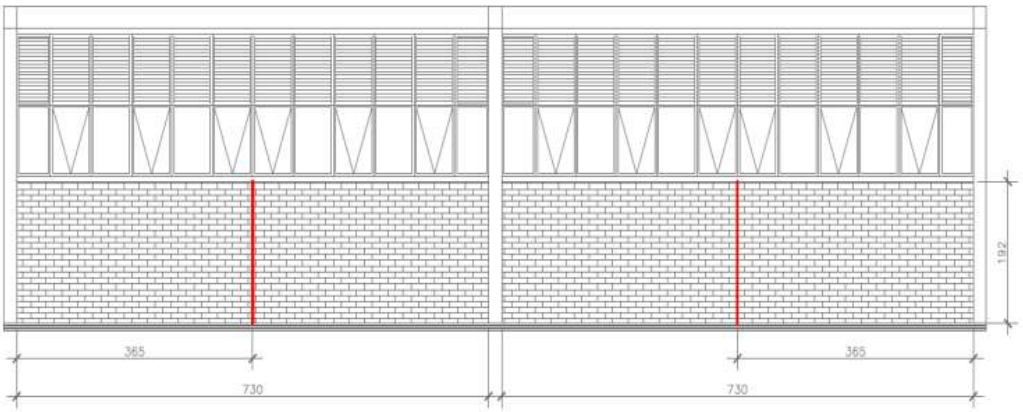


Figura 13 - Sugestão de implantação de juntas - Fundos

ISBN 978-65-86819-05-2

Quanto à orientação dos laboratórios, pode-se observar pela Figura 14, que as fachadas laterais recebem sombra das edificações vizinhas, enquanto a posterior é protegida do sol por vegetação. Com isso, a fachada frontal é a que está mais desprotegida e consequentemente, mais exposta a ações externas.



Figura 14 - Orientação dos laboratórios

De posse das peças cerâmicas coletadas, pôde-se observar que as garras do tardoz mantinham apenas uma direção (Figura 15). Tal fator, assim como observado por Maia Neto, Silva e Carvalho (1999), diminui a resistência às tensões de cisalhamento, prejudicando a aderência cerâmica-argamassa. Outro fator verificado foi a existência de cordões de argamassa ainda inteiros nas costas da maioria dos revestimentos já soltos e na própria parede. Esta constatação leva a duas suposições: que o tempo em aberto da argamassa não foi respeitado ou que, durante o assentamento das peças, o procedimento ideal recomendado pela Norma NBR 13755 (2017) não foi seguido. A hipótese do desrespeito ao tempo em aberto, pode ser embasada nos estudos e ensaios realizados por Póvoa, John e Cincotto (2002), onde constataram que, após passado o tempo em aberto da argamassa, ocorre o início da hidratação dos grãos de cimento, o que diminui a capacidade de aderência. Com isso, a argamassa entra em contato com o tardoz, porém não adere por completo, deixando áreas limpas na face da cerâmica que está em contato com a argamassa, como pode ser observado na Figura 16, onde nota-se diversas áreas sem resquícios de argamassa.



Figura 15 - Tardoz com garras orientadas na horizontal



Figura 16 - Cordões de argamassa visíveis e áreas limpas no tardoz

ISBN 978-65-86819-05-2

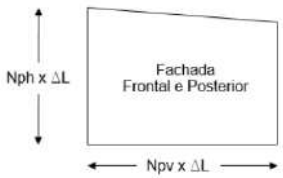
3.3 Expansão por umidade

A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos após a realização dos ensaios de expansão por umidade:

Tabela 1 – Dados do ensaio de expansão por umidade

	Menor dimensão			Maior dimensão		
Corpo de Prova	Lo (mm)	L1 (mm)	EU (mm/m)	Lo (mm)	L1 (mm)	EU (mm/m)
1	65,06	65,07	0,154	100,34	100,38	0,399
2	65,05	65,05	0,000	99,93	100,00	0,700
3	64,35	64,39	0,622	100,30	100,34	0,399
4	64,94	65,03	1,386	99,92	99,96	0,400
5	64,98	65,03	0,769	99,70	99,70	0,000
6	65,01	65,05	0,615	99,52	99,70	1,809
Média	64,898	64,937	0,591	99,952	100,013	0,617

O limite da expansão por umidade (EU) recomendado pela NBR 13818 (1997) é de 0,6mm/m. Sendo assim, os valores médios encontrados estão próximos da recomendação.
A dilatação higroscópica (ΔL) para maior e menor dimensões foi, respectivamente, igual a 0,0616 e 0,0383 mm. Porém, como verificado no site do fabricante, a peça original possui em sua maior dimensão a medida de 25,6 cm, mas as cerâmicas foram cortadas para a realização do ensaio. Assim, corrigindo o valor do ΔL da maior dimensão para a medida original da peça, encontra-se um resultado de 0,158 mm para a dilatação higroscópica na maior direção. Verificou-se que as fachadas frontais e posteriores apresentavam o maior número de cerâmicas assentadas na horizontal e vertical, totalizando 36 peças na horizontal e 84 na vertical. Utilizando o valor da dilatação higroscópica de uma peça (ΔL) e o número de peças total nas direções vertical (Npv) e horizontal (Nph), é possível calcular qual a dilatação total em ambos os sentidos do painel, assim como mostrado na figura a seguir.



Assim, tem-se a dilatação total na horizontal e vertical igual a 5,69 mm e 3,22 mm, respectivamente. Como os valores de expansão por umidade médios são muito próximos do recomendado pela norma e as dilatações totais são relativamente pequenas se comparadas com o painel num todo, sugere-se que a expansão das peças por absorção de água não pode ser considerada um fator preponderante para o destacamento. A fadiga do conjunto cerâmica-argamassa causada pela absorção e perda da água, pode contribuir com a redução da aderência, porém não é protagonista na causa desta manifestação patológica.

3.4 Coeficiente de Dilatação Térmica

Os resultados para o ensaio de dilatação térmica são expressos na Tabela 2:

Tabela 2 - Dilatação térmica

Corpo de Prova	**Temperatura Inicial (ºC)**	**Temperatura Final (ºC)**	**Menor dimensão**			**Maior dimensão**		
			La (mm)	Lb (mm)	**δ** (ºC^{-1})	La (mm)	Lb (mm)	**δ** (ºC^{-1})
1	22,5	71,4	65,32	65,26	-1,88E-05	99,72	99,71	-2,05E-06
2	22,5	70	65,19	65,18	-3,23E-06	100,08	100,14	1,26E-05
3	22,6	71	64,48	64,8	1,03E-04	99,96	100,01	1,03E-05
Média	22,53	70,80	65,00	65,08	2,68E-05	99,92	99,95	6,97E-06

ISBN 978-65-86819-05-2

Nota-se que alguns dos valores encontrados para o coeficiente de dilatação são negativos. Nesse caso, conclui-se que para tais peças houve contrações. Observa-se também, que uma mesma peça pode contrair em ambas as direções (CP1), expandir e contrair ao mesmo tempo (CP2) ou expandir nas duas direções (CP3). Ou seja, as cerâmicas podem se comportar de maneiras diferentes para uma variação de temperatura semelhante. Isso leva a solicitações distintas da argamassa colante, gerando fadiga e a consequente perda de aderência entre peça e argamassa.

A Tabela 3 apresenta valores de coeficientes de dilatação para diferentes tipos de revestimentos de fachadas.

Tabela 3 - Coeficientes de Dilatação para diversos tipos de revestimentos. Fonte: Adaptado de Ribeiro (2010).

Material	Coeficiente de dilatação térmica linear $^{o}C^{-1}$
Porcelanato	4,5 a $12x10^{-6}$
Grés Cerâmico	5,9 a $12x10^{-6}$
Semigrés	5,9 a $12x10^{-6}$
Semiporoso	8 a $12x10^{-6}$
Poroso	8 a $12x10^{-6}$
Litocerâmica	8 a $12x10^{-6}$

Por ser um revestimento classificado como semigrés, percebe-se que os valores dos coeficientes médios encontrados diferem do intervalo previsto. Isso demonstra que a cerâmica analisada não se encontra dentro dos padrões esperados.

Utilizando-se os valores médios encontrados, para o cálculo das dilatações individuais, obtém-se a dilatação de 0,000033m para a maior dimensão e 0,0000833m para a menor dimensão.

No entanto, como a peça foi cortada para a realização do ensaio, a maior dimensão original do revestimento tem na verdade 25,6 cm. Utilizando-se esse valor para o cálculo da dilatação térmica total na maior dimensão, chega-se ao resultado de 0,0000854 m (0,0854 mm) de expansão. Apesar da NBR 13818 (1997) não fixar exigências para o coeficiente de dilatação ou até mesmo para a dilatação total, deixando tais exigências a critério do projetista, pode-se dizer que se trata de uma dilatação muito pequena, sem influências relevantes para o produto final. Na fachada em estudo, por exemplo, sabendo que a maior sequência horizontal de peças assentadas é de 36 (Nph) e de 84 na vertical (Npv), tem-se 3,07mm de dilatação total horizontal e 7,00mm de dilatação total vertical.

Tais valores são válidos considerando que todas as peças tenham a mesma dilatação, ao mesmo tempo e na mesma direção. Isso é improvável de ocorrer, visto que a fachada não recebe calor de forma uniforme e cada peça possui coeficiente de dilatação diferente. Mediante aos resultados obtidos, pode-se considerar a dilatação térmica um fator secundário no descolamento dos revestimentos, contribuindo minimamente para a perda de aderência entre cerâmica e argamassa.

3.5 Aderência do revestimento à argamassa colante

Os resultados obtidos após a realização do ensaio proposto pela NBR 13755 (2017) e a forma de ocorrência do arrancamento (durante a retirada da fita adesiva, normal ou antes do acoplamento efetivo do equipamento de tração) dos corpos de prova são apresentados na Tabela 4. Na figura 17, é possível observar que, para todos os corpos de prova, a ruptura ocorreu na interface cerâmica-argamassa,

Tabela 4 - Resultados de resistência à aderência

Corpo de Prova	Carga de Ruptura (N)	Área da Cerâmica (mm^2)	Resistência de Aderência (MPa)	Forma de Arrancamento
1	0	3025	0	Durante retirada da fita adesiva
2	3090	3025	1,021	Normal
3	1580	3025	0,522	Normal
4	20	2809	0,007	Antes do acoplamento do equipamento de tração
5	140	2809	0,05	Antes do acoplamento do equipamento de tração
6	360	2809	0,128	Normal

ISBN 978-65-86819-05-2



Figura 17 - Tardozes dos CP's após a execução do ensaio

Segundo a norma, para haver aceitação, 4 dos 6 corpos de prova ensaiados devem apresentar resistência de aderência (Ra) maiores ou iguais a 0,30 Mpa. Como pode ser observado na Tabela 4, apenas os CP's 2 e 3 apresentam esse tipo de resultado. Além disso, constata-se através das imagens anteriores que os tardozes das peças não se encontram totalmente impregnados de argamassa, como deveria ocorrer numa situação ideal. Em especial nos CP's 1 e 4, nota-se que os cordões de argamassa não foram completamente destruídos, consequentemente, esses foram as amostras que apresentaram a menor resistência de aderência. Em contrapartida, os CP's 2, 3 e 6 apresentaram as maiores resistências ao arrancamento, o que indica o correto assentamento das peças, que é comprovado pela maior impregnação da argamassa na parte posterior e ausência de cordões de argamassa visíveis. Sendo assim, é possível notar que as cerâmicas não foram bem aderidas à argamassa. Essa falta de adesão entre os elementos, a princípio, está diretamente relacionada ao assentamento das peças, ou seja, um problema durante a execução.

4. CONCLUSÃO

O presente trabalho permitiu apontar, por meio de ensaios laboratoriais, coleta de dados e análise visual, quais são as causas mais prováveis para o descolamento dos revestimentos cerâmicos que compõem as fachadas dos laboratórios da Escola de Minas. Por ser uma das manifestações patológicas mais recorrentes e notadas, este estudo irá permitir que futuras edificações não sofram com os mesmos erros, servindo como base para a prevenção desse problema.

Os ensaios de dilatação térmica e higroscópica demonstraram que a variação no tamanho das peças causado por tais fatores externos não gera expansões significativas. Por isso, a movimentação proporcionada pela dilatação das peças é apenas um fator que tem pouca contribuição para a perda de aderência entre cerâmica e argamassa nesse estudo.

Outro ponto observado foi a ausência de juntas de movimentação. Tomando como base as dilatações higrotérmicas, a falta desse elemento construtivo não pode ser considerada uma causa principal para o descolamento. No entanto, não se pode simplesmente descartá-las, uma vez que elas servem também para aliviar as tensões geradas pela movimentação da estrutura, as quais não foram investigadas neste trabalho.

Entretanto, o ensaio de resistência de aderência entre cerâmica e argamassa, proporcionou resultados mais significativos. Apenas dois dos seis corpos de prova ensaiados tiveram a resistência de aderência maior do que o limite exigido por norma. Além disso, aqueles que obtiveram valor inferior, continham em seu tardoz marcas de cordões de argamassa ainda inteiros, indicando que não houve aderência total da argamassa no revestimento cerâmico. Essas imperfeições são causadas pela má execução durante o assentamento, devido ao despreparo da mão de obra que pode ter excedido o tempo em aberto da argamassa ou não realizado o procedimento correto de assentamento proposto pela NBR 13755 (2017).

Assim sendo, após a coleta de dados, investigação visual e ensaios de dilatação e arrancamento, conclui-se que o descolamento ocorre devido a uma combinação de fatores, que vão enfraquecendo a aderência entre as partes. No entanto,

ISBN 978-65-86819-05-2

para a fachada dos laboratórios em análise, pode-se sugerir como a principal causa as falhas no assentamento das cerâmicas.

5. AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Os autores também agradecem à FAPEMIG, CNPq e UFOP pelo apoio para a realização e apresentação dessa pesquisa. Somos gratos ainda pela infraestrutura e colaboração do Grupo de Pesquisa em Resíduos Sólidos - RECICLOS - CNPq.

6. REFERÊNCIAS

ABNT. NBR 13749 – Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificações. Rio de Janeiro, 1996.

ABNT. NBR 13755 – Revestimento cerâmicos de fachadas e paredes externas com utilização de argamassa colante – Projeto, execução, inspeção e aceitação - Procedimento. Rio de Janeiro, 2017.

ABNT. NBR 13817 –Placas cerâmicas para revestimento - Classificação. Rio de Janeiro, 1997.

ABNT. NBR 13818 – Placas cerâmicas para revestimento – Especificação e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 1997.

ABNT. NBR 14081 - Argamassa colante industrializada para assentamento de placas de cerâmica – Especificação. Rio de Janeiro, 1998.

ABNT. NBR 14083 - Argamassa colante industrializada para assentamento de placas de cerâmica – Determinação do tempo em aberto. Rio de Janeiro,1998.

BARROS, Mercia Maria Semensato Bottura; SABBATINI, Fernando Henrique. Produção de revestimentos cerâmicos para paredes de vedação em alvenaria: diretrizes básicas. São Paulo, agosto de 2001.

CHIARI L; OLIVEIRA, C.J.; MONTEIRO, C S.; FORAZ, N, V; BOSCHI, AO. Expansão por Umidade. Parte: 1: O Fenômeno - Revista Cerâmica Industrial - Volume 1 - Número 1. Associação Brasileira de Cerâmica. São Paulo,1996.

CICHINELLI, Gisele. Patologias Cerâmicas - Por que ocorrem os desplacamentos e trincas em edificações revestidas com cerâmicas e quais as recomendações dos especialistas para evitar problemas. Téchne, novembro 2006. Disponível em: <http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/116/artigo287385-2.aspx>. Acesso em: 29 out. 2018

FIORITO, AJ.SJ. Manual de argamassas e revestimentos: Estudos e procedimentos de execução. la.ed. Editora PINI. São Paulo, 1994.

GOLDBERG, R.P. Direct adhered ceramic tile, stone and thin brick facades. Technical Design Manual. USA: Laticrete International,1998.

JUNGINGER, M. Rejuntamento de revestimentos cerâmicos: influência das juntas de assentamento na estabilidade de painéis. São Paulo, 2003.

MAIA NETO, Francisco; SILVA, Adriano de Paula; CARVALHO JR, Antônio Neves. Perícias em patologias de revestimento em fachadas. 1999.X CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS (X COBREAP). Porto Alegre, 2009.40

MEDEIROS, Jonas Silvestre; SABBATINI, Fernando Henrique. Tecnologia e projeto de revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios. São Paulo, 1999.

PINHEIRO, Daniel Silva; LOPES, Luiz M. Bragança Miranda; AGUIAR, José L. Barros. Descolagem de um revestimento cerâmico em fachada.

ISBN 978-65-86819-05-2

PÓVOAS, Yêda Vieira; JOHN, Vanderley Moacyr; CINCOTTO, Maria Alba. Influência da perda de água por evaporação na resistência de aderência entre argamassa colante e placa cerâmica. São Paulo, janeiro de 2002.

RIBEIRO, Fabiana Andrade; BARROS, Mercia Maria Semensato Bottura. Juntas de movimentação em revestimentos cerâmicos de fachada. Editora PINI. São Paulo, 2010.

ROSCOE, Márcia Taveira. Patologias em revestimento cerâmico de fachada. Belo Horizonte, MG, dezembro de 2008.

SILVA, Maria de Nazaré Batista. Avaliação quantitativa da degradação e vida útil de revestimentos de fachada – aplicação ao caso de Brasília/DF. Brasília, DF, dezembro de 2014.

TOLEDO, Leonardo Bento Ferreira. Patologia em revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios estudo regionalizado para a cidade de Divinópolis – MG. Belo Horizonte, junho de 2007