

## ESTUDO DAS CAUSAS DO DESPLACAMENTO DE REVESTIMENTO CERÂMICO INTERNO EM UM EDIFÍCIO EM JOINVILLE-SC

### STUDY OF THE CAUSES OF INTERNAL CERAMIC TILE PEELING IN A BUILDING IN JOINVILLE-SC

Maria Eduarda Reinert - Centro Universitário Sociesc de Joinville  
[eduardareinert@hotmail.com](mailto:eduardareinert@hotmail.com)

Thiago Felipe Tank - Centro Universitário Sociesc de Joinville  
[thiagofelipetank@gmail.com](mailto:thiagofelipetank@gmail.com)

Profª MSc. Michela Steluti Poleti Faria - Centro Universitário Sociesc de Joinville  
[michela.steluti@unisociesc.com.br](mailto:michela.steluti@unisociesc.com.br)

#### **Resumo:**

O deslocamento cerâmico tornou-se uma das patologias mais comuns dos revestimentos cerâmicos na construção civil. Com isso, esse artigo tem o intuito de apresentar um estudo de caso em um edifício residencial em Joinville/SC. Para a análise, foi realizada uma pesquisa bibliográfica acerca da caracterização do revestimento e dos ensaios necessários para identificar essa patologia de acordo com a NBR 13818/97. Também foram elencadas as características físicas e as principais causas dessa patologia que traz consigo prejuízos financeiros e morais para as construtoras. Para esse estudo, optou-se por analisar apenas o revestimento cerâmico como possível causa do deslocamento. Nesse sentido, a partir do acesso aos resultados dos ensaios de expansão por umidade, absorção de água e gretamento das amostras dos fabricantes 1 e 2, foi realizada uma análise pautada nos referenciais teóricos e na comparação da NBR 13818/97. Nos resultados pode-se concluir que as amostras estão de acordo com a norma para o ensaio de expansão por umidade e absorção de água, porém no ensaio de gretamento as amostras do fabricante 2 apresentam incompatibilidade com os dados exigidos em norma.

**Palavras-chave:** *Desplacamento cerâmico; Características físicas; Patologia.*

#### **Abstract:**

Ceramic tile peeling has become one of the most common pathologies of ceramic tiles in civil construction. Therefore, this article aims to present a case study of a residential building in Joinville/SC. For the analysis, a bibliographic research was carried out about the characterization of the coating and the necessary tests to identify this pathology according to NBR 13818/97. The physical characteristics and the main causes of this pathology, which brings with it financial and moral losses for construction companies, were also listed. For this study, it was decided to analyze only the ceramic tile as a possible cause of peeling. In this sense, based on the results of the moisture expansion, water absorption and cracking tests of the samples from manufacturers 1 and 2, an analysis based on theoretical references and a comparison with the NBR 13818/97 standard was performed. In the results it can be concluded that the samples are in accordance with the standard for the test of expansion by moisture and water absorption, but in the cracking test the samples from manufacturer 2 show incompatibility with the data required in the standard.

**Keywords:** *Ceramic debonding; Physical characteristics; Pathology.*

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente o setor da construção civil sofre com o aumento considerável dos casos de deslocamento cerâmico, visto que é uma patologia que causa transtornos financeiros e morais à construtora e ao proprietário do imóvel, diminuindo a confiabilidade do empreendedor. Desde o ano de 2014 é estimado que mais de 2.600.000,00 m<sup>2</sup> de cerâmicas estejam com essa patologia no Brasil (Câmara Brasileira da Indústria da Construção, 2019). Através disso, busca-se encontrar as causas do deslocamento do revestimento cerâmico, identificando qual é a falha existente na fabricação do material. Diversos são os motivos que podem acarretar no descolamento da peça cerâmica, sendo os mais comuns oriundos da fabricação do material ou na falha do processo executivo em obra.

De acordo com pesquisas realizadas pelo Congresso Brasileiro de Cerâmica em conjunto com a Associação Nacional da Indústria Cerâmica (Anicer), o Brasil possui o segundo maior mercado consumidor do mundo e é também o segundo maior produtor de revestimentos cerâmicos. Sendo assim, esse trabalho está baseado nas grandes dimensões que o deslocamento cerâmico vem ganhando em conjunto com os prejuízos financeiros para diversas construtoras do país (DINO, 2017).

Com isso, esse artigo tem como objetivo identificar as causas do deslocamento de revestimento cerâmico interno em um edifício residencial em Joinville-SC através dos ensaios de expansão por umidade, absorção de água e resistência ao gretamento realizadas com as amostras fornecidas do edifício em questão. Também será averiguado se os valores estão dentro do permitido pela NBR 13818/97.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesse item serão explanadas temáticas relacionadas aos revestimentos cerâmicos e seus principais conceitos de aplicação, características físicas, patologias que causam o descolamento do material, métodos utilizados e os principais resultados.

### 2.1. REVESTIMENTO CERÂMICO

A indústria do revestimento cerâmico representa um segmento de transformação e capital intensivo inserido no ramo de materiais não-metálicos com a produção de pisos e azulejos que participam do complexo industrial de materiais de construção (CONSTANTINO; ROSA, 2006).

### 2.1.1 Fabricação

Os revestimentos apresentam diversidade de produtos em relação ao processo de fabricação sendo esses processos classificados em via úmida e via seca, e diferenciando-se pela forma como é preparada a base da peça cerâmica. A via úmida caracteriza-se pela mistura de argilas, materiais fundentes (chumbo, magnésio, cálcio e sódio), talco, carbonato e outros materiais que são moídos e homogeneizados em formas de bola no meio aquoso para realizar a secagem e granulação no atomizador, conformação e queima. Já na via seca as placas cerâmicas são feitas pelo processo de moagem a seco das matérias primas, conformação e queima, onde a secagem pode ser realizada de forma natural expondo-a ao sol (CONSTANTINO; ROSA, 2006).

Os benefícios da preparação em via seca em relação à via úmida estão na diminuição dos custos energéticos e menor impacto ambiental. No entanto, a via seca exige maior avanço tecnológico em sua fabricação, pois utiliza de matérias primas naturais podendo alterar sua granulometria (CONSTANTINO; ROSA, 2006).

### 2.1.2 Classificação dos Revestimentos Cerâmicos

Os revestimentos cerâmicos são classificados conforme o processo de fabricação e as características técnicas de cada peça proporcionando uso específico para cada uma delas. Esses podem ser classificados através do teste de resistência do esmalte ao desgaste por abrasão. Essa classificação é nomeada Índice PEI e indica a utilização nos ambientes adequados conforme o Quadro 1 (INMETRO, 2006).

**Quadro 1 – Índice PEI e a Utilização em Determinados Ambientes**

RESISTÊNCIA	UTILIZAÇÃO
Grupo 0 (Baixíssima)	Uso para paredes
Grupo 1 PEI-1 (baixa)	Banheiros residenciais
Grupo 2 PEI-2 (média)	Residências
Grupo 3 PEI-3 (média alta)	Cozinhas, halls, quintais
Grupo 4 PEI-4 (alta)	Hotéis, show-Rooms
Grupo 5 PEI-5 (altíssima e sem manchas após abrasão)	Shoppings, aeroportos

Fonte: INMETRO (2006)

O revestimento também possui característica superficial e pode ser classificada em esmaltada e não esmaltada. O aspecto dos esmaltes normalmente é transparente com fitas cristalinas, opacos com o fundo branco ou mate. A cerâmica não esmaltada é composta por argilas e matéria prima inorgânica que adquire resistência, dureza e rigidez. Esse material é comumente utilizado para aplicação em pisos que fazem o estilo rústico preservando a autenticidade dos materiais. Já a cerâmica esmaltada deve possuir acabamento lustroso e impermeável. Esse material ajuda na conservação do revestimento evitando infiltrações e garantindo maior vida útil, e por isso é considerado o revestimento mais indicado para uso (OLIVEIRA, 2011).

## 2.2 PROPRIEDADES FÍSICAS

As placas cerâmicas possuem propriedades físicas que são avaliadas em laboratório, sendo as mais importantes na área da aplicação: absorção de água, expansão por umidade, resistência ao gretamento, carga de ruptura e módulo de resistência à flexão. Esses recursos são utilizados a fim de identificar e comprovar se os revestimentos cerâmicos são alvos de manifestação patológica (ANTUNES, 2010).

### 2.2.1 Absorção da água

A absorção da água é uma propriedade do corpo cerâmico e possui função direta na porosidade e permeabilidade da peça cerâmica. As superfícies esmaltadas geralmente não são porosas e, portanto, classificam-se como impermeáveis. Quanto mais compactado o corpo cerâmico, menor a absorção de água (NBR 13818-B). Nos Quadros 2 e 3 abaixo é possível identificar os grupos de absorção de água e a classificação das cerâmicas pelos grupos de absorção.

**Quadro 2** – Classificação das Cerâmicas de Acordo com a Absorção de Água

GRUPO DE ABSORÇÃO DE ÁGUA	
Grupos	Absorção de água (%)
I a	$0 < Abs \leq 0,5$
I b	$0,5 < Abs \leq 3,0$
II a	$3,0 < Abs \leq 6,0$
II b	$6,0 < Abs \leq 10,0$
III	Abs acima de 10,0

Fonte: NBR 13818 (1997)

**Quadro 3** – Classificação da Cerâmica em Relação ao Grupo de Absorção de Água em Função da Fabricação

<b>CODIFICAÇÃO DOS GRUPOS DE ABSORÇÃO DE ÁGUA EM FUNÇÃO DOS MÉTODOS DE FABRICAÇÃO</b>			
<b>Absorção de água (%)</b>	<b>Materiais de Fabricação</b>		
	<b>Extrudado (A)</b>	<b>Prensado (B)</b>	<b>Outros (C)</b>
$0 < Abs \leq 0,5$	A I	B I a	C I
$0,5 < Abs \leq 3,0$		B II b	
$3,0 < Abs \leq 6,0$	A II a	B II a	C II a
$6,0 < Abs \leq 10,0$	A II b	B II b	C II b
Abs acima de 10,0	A III	B III	C III

Fonte: NBR 13818 (1997)

Através da classe de absorção da cerâmica é possível que o fabricante indique o melhor tipo de argamassa colante para seu assentamento (MOREIRA, 2009).

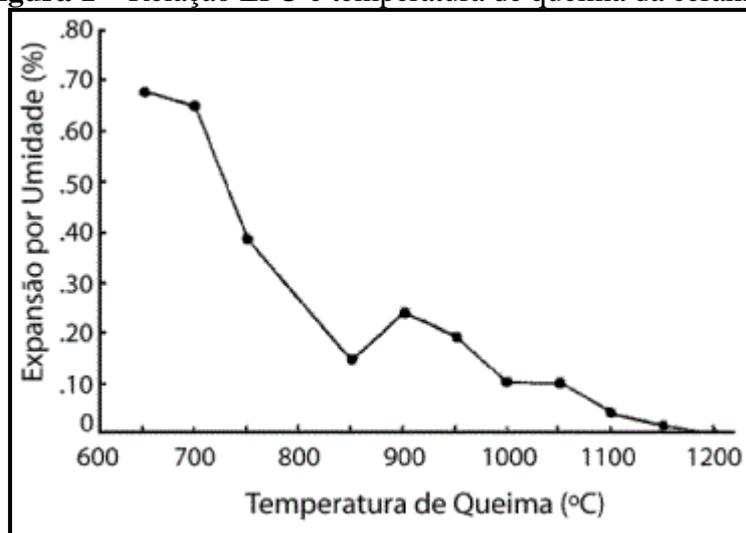
### 2.2.2 Expansão por Umidade (EPU)

A expansão por umidade (EPU) ocorre quando os materiais cerâmicos entram em contato com a água em forma líquida ou em vapor. Essa expansão pode levar ao gretamento de peças esmaltadas e ao comprometimento estrutural caso as tensões geradas excedam os limites da resistência do material. Nos revestimentos pode haver o comprometimento da aderência das placas cerâmicas levando ao seu destacamento (MENEZES, 2006).

Na expansão por umidade ocorre a geração de uma tensão que de acordo com a lei de Hooke, é diretamente proporcional ao módulo de elasticidade do material e à variação dimensional do material representada pela equação:  $F = E \cdot d$ , onde F é a tensão de compressão em MPa, E é o módulo de elasticidade da cerâmica em Mpa, e d é a deformação em cm/cm. Como o módulo de elasticidade (E) da cerâmica oscila entre 30000 e 70000 Mpa e a deformação (d) entre 0,00 e 0,001 cm/cm, verifica-se que a o esforço F nunca pode superar 35 Mpa para que a deformação das peças seja totalmente contida (MENEZES, 2006).

O aumento da temperatura de queima pode influenciar na redução da expansão por umidade. No entanto, a relação entre a temperatura e expansão varia com a composição e com a estrutura dos corpos cerâmicos. De acordo com a Figura 1, a expansão por umidade diminui com o aumento da temperatura de queima (MENEZES, 2006).

**Figura 1** – Relação EPU e temperatura de queima da cerâmica



Fonte: MENEZES (2006)

### 2.2.3 Resistência ao Gretamento

O gretamento ocorre devido à perda de integridade da superfície da placa cerâmica pelo excesso de expansão por umidade: fenômeno no qual os materiais absorvem água, gerando tensões e deformações que, quando excedem a resistência limite, comprometem a aderência dos revestimentos ao contrapiso ou emboço e provocam trincas na superfície (AMORÓS, 1996).

O gretamento refere-se às fissuras inferiores a 1 mm na superfície esmaltada do revestimento cerâmico e pode ser subdividido em imediato e retardado. O gretamento imediato acontece quando o vidrado é tracionado a temperatura ambiente, e deve-se à retração sofrida pelo vidrado ser maior que a do suporte durante o resfriamento da peça. Já o gretamento retardado ocorre quando a dilatação através da umidade absorvida transforma o esforço de compressão em tração no vidrado (AMORÓS, 1996).

### 2.2.4 Carga de Ruptura e Resistência à flexão

A carga de ruptura representa a resistência da cerâmica submetida a uma força linear aplicada no centro da peça com velocidade constante. Essa característica é inversamente proporcional à absorção de água e determina a resistência que o material oferece quando é exercida uma força de

flexão, ou seja, quanto menor a absorção de água, maior será a resistência de sua massa à ruptura (LABORATÓRIO DO CENTRO CERÂMICO DO BRASIL, 2014).

A resistência própria do material cerâmico é denominada módulo de resistência á flexão e indica a coesão interna do material conforme o quadro 4 (LABORATÓRIO DO CENTRO CERÂMICO DO BRASIL, 2014).

**Quadro 4** – Carga de ruptura e resistência à flexão da cerâmica

TIPO DE PRODUTO	CARGA DE RUPTURA (Kgf)	MÓDULO DE RESISTÊNCIA À FLEXÃO
Porcelanato	$\geq 130$ Kgf	$\geq 35$
Grés	$> 110$ Kgf	$\geq 30$
Semi Grés	$> 100$ Kgf	$\geq 22$
Semi Poroso	$> 90$ Kgf	$\geq 18$
Poroso	$> 20$ Kgf	$\geq 15$

Fonte: Laboratório do Centro Cerâmico do Brasil (2014)

## 2.3 JUNTAS DE ASSENTAMENTO

As juntas funcionam de modo que absorvem os movimentos dos sistemas cerâmicos e podem ser classificadas em juntas de assentamentos, estruturais, de expansão/contração e especiais. Essas ajudam a aliviar as tensões que ocorrem devido ao calor, frio e umidade. Também facilitam o alinhamento, impedem a propagação de tensões de uma peça a outra, fornecem acabamento estético e facilitam a remoção de peças, caso necessário (FIORITO, 2009).

A NBR 13754 (ABNT, 1996) recomenda realizar a compensação da variação de bitola das placas cerâmicas, facilitando o alinhamento, atendendo a estética, harmonização, oferecer relativo poder de acomodação as movimentações da base e das placas cerâmicas.

### 2.3.1 Rejuntamento para Revestimentos Cerâmicos

O rejunte é utilizado para o fechamento das juntas deixadas para a dilatação das peças cerâmicas. Ele possui função de estética, estanqueidade, absorção e de movimentar-se junto com as peças cerâmicas. Para ser feita a aplicação do rejunte a NBR 9817 (ABNT, 1987) recomenda fazer a limpeza das juntas com pano úmido e com emprego de vassoura com cerdas macias.

Com o desenvolvimento das tecnologias houve uma evolução nos tipos de rejuntas disponíveis para o uso na construção civil, oferecendo estabilidade de cor, resistências as machas, baixa retração e alta resistência a aderência (JUNGINGER, MEDEIROS, 2004).

Os tipos de rejuntas existentes para a aplicação em revestimentos cerâmicos podem ser classificados em epóxi, base orgânica, acrílico e especiais. O rejunte epóxi caracteriza-se pelo endurecimento por reações químicas alcalinas, e por boa resistência à variação de cor e tonalidade, aderência elevada junto às placas cerâmicas formando uma junta totalmente impermeável. Outro rejunte utilizado é a base de orgânicas sendo empregado quando necessita de desempenho superior nos requisitos de flexibilidade, aderência e resistência térmica Já os rejunte especiais são aplicados em locais que sofrem com agressões químicas, variações térmicas e solicitações mecânicas (JUNGINGER, MEDEIROS, 2004). Existe também o rejunte acrílico, o qual é de fácil aplicação, bom acabamento final e é fabricado com base em resina acrílica, cimento, areia e a pigmentação da cor desejada (MUELLER, 2016).

## 2.4 ARGAMASSAS

A argamassa é obtida a partir das misturas de alguns produtos, sendo eles aglomerantes, agregados miúdos e água. Com essa mistura consegue obter boa capacidade de endurecimento e aderência. As argamassas com cal e cimento Portland são conhecidas como argamassas plásticas sendo ideais para a colocação em pisos (PETRUCCI, 1998).

A NBR 13749 (ABNT, 2013) recomenda que o revestimento de argamassa deva apresentar textura uniforme, sem imperfeições, cavidades, fissuras, manchas e eflorescência.

### 2.4.1 Classificação das Argamassas

As argamassas são classificadas de acordo com os tipos de aglomerantes utilizados, consistência da argamassa, plasticidade, e natureza dos aglomerantes (IBRACON, 2007).

As especificações para as argamassas colantes caracterizam em AC-I, AC-II e AC-III. Onde a argamassa do tipo AC-I é recomendada para solicitações mecânicas de revestimentos internos. Já a argamassa AC-II possui características que permitem absorver os esforços existentes em revestimento de pisos e paredes internos e externos, e a AC-III possui aderência superior em relação as argamassas do tipo I e II ( NBR 14081-5, ABNT 2012).

## 2.4.2 Propriedades das argamassas

As argamassas têm propriedades tanto no seu estado fresco quanto em seu estado endurecido. Essas propriedades só podem ser avaliadas de uma forma completa, considerando a interação da argamassa em contato com o material (IBRACON, 2007).

A trabalhabilidade é uma propriedade da argamassa em seu estado fresco no qual determina a facilidade com que elas podem ser transportadas, aplicadas e acabadas com condição homogênea. Para conseguir essa propriedade precisa-se de uma junção de outras características, sendo elas consistência, plasticidade, retenção de água e coesão (IBRACON, 2007).

Outra característica da argamassa é a retração. Essa possui um resultado de um mecanismo complexo, tem papel fundamental no comportamento das argamassas aplicadas principalmente no quesito de estanqueidade e durabilidade. O teor de água das argamassas pode interferir na sua retração, com muita água na composição o volume proporcional de agregado será reduzido e a pasta terá seu volume aumentado, resultando assim em risco de fissuração crescente (IBRACON, 2007).

A aderência também é uma característica da argamassa em contato com a base onde está aplicada. Pode-se dizer que a aderência é derivada de três propriedades, sendo elas a resistência de aderência à tração, resistência de aderência ao cisalhamento e a extensão de aderência (IBRACON, 2007).

## 2.5 DESPLACAMENTO CERÂMICO

O descolamento cerâmico é a perda de aderência ou falhas que ocorrem na interface dos revestimentos cerâmicos com a base ou substrato. Esse efeito ocorre quando as tensões ultrapassam a eficácia de aderências das ligações (BARROS et al., 1997).

Os problemas com descolamento cerâmicos ocorrem por várias razões, sendo que a maior parte acontece durante a vida útil das edificações e têm origem na execução do serviço (BARROS et al., 1997).

Essa patologia nos revestimentos cerâmicos pode estar relacionada às falhas construtivas, juntas de assentamento, espessura das camadas de argamassas, expansão por umidade e eflorescência. As patologias que causam o descolamento do revestimento cerâmico estão relacionadas ao gretamento, trincas, fissuras, assentamento e a qualidade do material cerâmico (FIORITO, 1994).

Identifica-se a ocorrência do descolamento quando se entra em contato com a peça cerâmica e escuta um som cavo, verificando o estufamento da camada de acabamento (CAMPANTE; BAÍA, 2003).

O gretamento ocorre quando a dilatação e retração das placas cerâmicas ultrapassam o limite de resistência da camada de esmalte. A deformação excessiva da estrutura pode levar ao gretamento, ocasionando o descolamento do revestimento cerâmico (CAMPANTE; BAÍA, 2003).

### **3 METODOLOGIA**

Este trabalho possui a finalidade de identificar as causas do deslocamento cerâmico interno em um edifício residencial em Joinville – SC. Dessa forma, esse capítulo apresenta a caracterização da pesquisa e a descrição das etapas que foram executadas.

#### **3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA**

Esse trabalho foi realizado através de uma etapa em pesquisa bibliográfica referenciada através de artigos científicos, livros e normas técnicas. Em seguida, foi exercida uma análise em campo caracterizando o artigo como estudo de caso. Essa pesquisa se caracteriza como exploratória e explicativa, uma vez que é baseada na fundamentação teórica e buscou identificar os fatos contribuintes para o deslocamento cerâmico. Também se classifica em qualitativa, em virtude da interpretação dos dados obtidos nos laudos com os ensaios realizados.

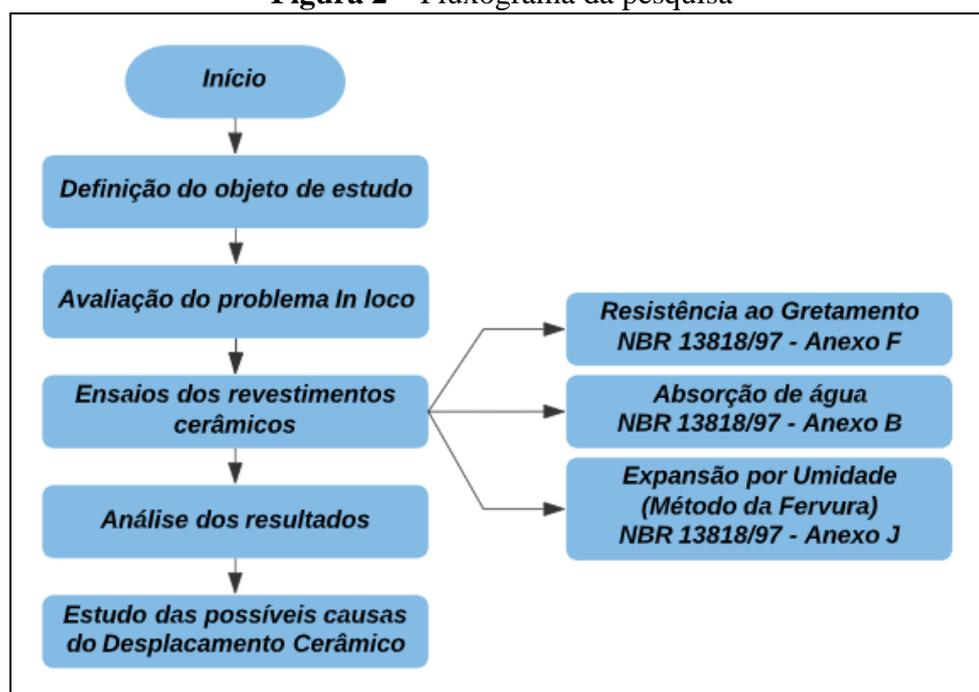
#### **3.2 AMBIENTE DA PESQUISA**

O estudo foi realizado em um edifício residencial localizado no Bairro Bucarein no município de Joinville-SC. Esse edifício possui o total de 324 apartamentos divididos igualmente em 2 torres, onde o deslocamento ocorreu na torre 1 com 162 apartamentos, totalizando 11.178 m<sup>2</sup> de revestimentos cerâmico deslocados. Os ensaios de laboratório foram realizados para os dois fabricantes de cerâmica aplicadas no edifício em questão, onde na torre 1 foi assentado o material do fabricante 1, e na torre 2 utilizado o material do fabricante 2 e não houve deslocamento cerâmico.

### 3.3 ETAPAS DA PESQUISA

O fluxograma abaixo (Figura 2) possui o objetivo de documentar a sequência do procedimento realizado nesse artigo para melhorar a compreensão do processo como um todo.

**Figura 2** – Fluxograma da pesquisa



Fonte: Autores (2021)

Durante o estudo das causas do deslocamento cerâmico optou-se por analisar apenas os revestimentos cerâmicos como possível causa do deslocamento, visto que é caracterizado como um descolamento de primeira geração, onde essa patologia ocorre entre o revestimento e a argamassa colante. (PLANVILLE, 2018).

#### 3.3.1 Procedimento Experimental

Serão descritos os procedimentos dos ensaios realizados a fim de verificar a qualidade do revestimento cerâmico e as suas características físicas. Os ensaios realizados são de gretamento, expansão por umidade e absorção de água. Esses foram executados no laboratório do SENAI – Criciúma e custeados pela construtora que projetou e executou o edifício estudado.

Abaixo estão descritas as nomenclaturas utilizadas no trabalho para identificar as peças cerâmicas ensaiadas para os dois fabricantes em estudo (1 e 2) e os seus respectivos modelos utilizados (Quadro 5):

**Quadro 5 – Identificação das Peças Ensiadas**

FABRICANTE	MODELO	UTILIZAÇÃO	MÉTODO DE FABRICAÇÃO	GRUPO DE ABSORÇÃO DE ÁGUA
Fabricante 1	Modelo X	Piso interno do apartamento	Via Seca	B IIb
	Modelo Y	Azulejos da cozinha e banheiro	Via Seca	B IIb
Fabricante 2	Modelo A	Piso interno do apartamento	Via Seca	B IIb
	Modelo B	Azulejos da cozinha e banheiro	Via úmida	B III

Fonte: Os autores (2021)

### 3.3.1.1 Determinação de Resistência ao Gretamento - NBR 13818/1997 – Anexo F

O gretamento é uma fissura capilar que se limita à camada esmaltada do revestimento. Para determinar o quanto a peça cerâmica resiste ao gretamento, foi necessário executar o ensaio através de uma autoclave com capacidade para 5 corpos de prova com separação adequada entre elas. (NBR 13818/1997 – Anexo F).

O ensaio foi realizado com 5 amostras de revestimento cerâmico de cada modelo (fabricante 1 e 2) que foram retirados de diferentes apartamentos do edifício em estudo. Como a idade de fabricação do revestimento é superior a quatro meses, foi necessário realizar a requeima do material a uma temperatura entre  $500 \pm 5$  °C com velocidade de aquecimento  $150 \pm 5$  °C/h durante 2 horas para eliminar a expansão por umidade conforme a NBR 13818/1997 – Anexo F. Após a requeima, esse material foi resfriado em temperatura ambiente durante 24h.

Os corpos de prova foram colocados em um suporte que permitiu que as placas fossem mantidas separadas entre elas dentro da autoclave. Com isso, aumentou-se gradativamente a pressão por um período de 1 hora, até que a pressão de vapor atingisse  $500 \pm 2$  Kpa. Com a pressão estabilizada, as amostras ficaram por 2 horas na autoclave. (NBR 13818/1997 – Anexo F).

Após o período de 2 horas, a fonte de calor foi interrompida com a intenção de reduzir rapidamente a pressão em que as amostras estavam submetidas, deixando assim os corpos de prova esfriar durante 30 minutos. Logo após, as peças foram retiradas da autoclave e colocadas em uma mesa onde ficaram em temperatura ambiente por mais 30 minutos. Foi realizado o teste espalhando

um corante líquido sobre a superfície esmaltada para evidenciar a presença do gretamento. (NBR 13818/1997 – Anexo F).

### 3.3.1.2 Determinação da Absorção de água - NBR 13818/97 – Anexo B

Para a realização do ensaio de absorção de água utilizou-se uma estufa com temperatura de operação de  $110 \pm 5$  °C, fonte de aquecimento, balança, recipiente de hidratação constituído com material inerte, água destilada e dessecador. (NBR 13818/97 – Anexo B).

Foram necessários 5 corpos de provas de cada modelo (fabricante 1 e 2) que foram retirados de diferentes apartamentos do edifício em estudo. Iniciou-se o ensaio fazendo a secagem dos corpos de prova na estufa a uma temperatura de 110 °C até que as peças alcancem massas constantes. Após esse processo, as peças foram retiradas da estufa e colocadas no dessecador até atingirem a temperatura ambiente. (NBR 13818/97 – Anexo B).

Sendo assim, determinou-se a massa de cada amostra e em seguida imergiu-se os corpos de prova verticalmente em recipiente cheio de água destilada não deixando as peças em contato entre si. Dessa forma, a água foi aquecida até sua fervura e mantendo assim durante 2 horas. Após a fervura removeu-se o aquecimento e as peças foram colocadas em circulação de água em temperatura ambiente para atingir o equilíbrio. Com isso, as peças foram pesadas para verificar a exatidão da massa saturada. (NBR 13818/97 – Anexo B).

Para obter a absorção de água em porcentagem é utilizada a equação:  $Abs = \frac{m_2 - m_1}{m} \times 100$ , onde  $m_1$  é a massa seca em gramas e  $m_2$  é a massa saturada em gramas. (NBR 13818/97 – Anexo B).

### 3.3.1.3 Determinação da Expansão por Umidade (Método da Fervura) - NBR 13818/97 Anexo J

Para a realização desse ensaio foi utilizado um quadro de medição de variação de comprimento, barra de referência de aço-níquel, mufla capaz de atingir 600°C, estufa, fonte de aquecimento e dessecador. (NBR 13818/97 Anexo J).

O procedimento foi realizado com 5 amostras de cada modelo (fabricante 1 e 2) onde realizou-se a secagem dos corpos de prova na estufa durante 24 horas em temperatura 110° C para a retirada da umidade natural.

Após essa etapa, foi feita uma requeima dos corpos de prova em uma mufla aquecendo a uma temperatura de 150 °C/h até chegar a 550° C, quando atingido a temperatura mantem-se durante 2

horas. Logo após esse processo, esperam-se os corpos de prova esfriar dentro da mufla até atingirem a temperatura de  $70^{\circ} \pm 10^{\circ} \text{C}$ . Depois deste procedimento é feita a leitura inicial do comprimento dos corpos de prova. (NBR 13818/97 Anexo J).

Depois de todos os passos anteriores submerge os corpos de prova em água fervente pelo período de 24 horas sem permitir o contato entre si e com e coluna de água 5 cm acima das amostras. Com isso, retiram-se os corpos de prova até atingirem o equilíbrio térmico, logo após é realizada uma nova medição das amostras. (NBR 13818/97 Anexo J).

Para calcular os valores de contração e expansão de cada corpo de prova, foi utilizada a equação:  $EU = \frac{\ell_i - \ell_0}{\ell_0} \times 1000$ , onde EU é a expansão por umidade,  $\ell_i$  é a medida da dimensão após o ensaio em milímetros e  $\ell_0$  é a medida da dimensão inicial antes do ensaio, em milímetros. (NBR 13818/97 Anexo J).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir serão apresentados os resultados obtidos com os ensaios de laboratório e também uma comparação com os valores exigidos pela NBR 13818/97.

### 4.1 EXPANSÃO POR UMIDADE

No processo de absorção de água (hidratação) e ao longo do tempo as placas cerâmicas tendem a sofrer um aumento de volume, o que caracteriza a expansão. A maioria das placas cerâmicas possui expansão por umidade (EPU) mínima, a qual não contribui para o deslocamento cerâmico. (PLANVILLE, 2018).

Nos quadros 6 e 7 estão descritos os resultados do ensaio de expansão por umidade realizado pela Senai – Criciúma para os Fabricantes 1 e 2 conforme a NBR 13818/97 anexo J.

**Quadro 6** – Determinação da Expansão por Umidade para Fabricante 1

<b>FABRICANTE 1</b>			
<b>Azulejos da Cozinha e Banheiro (Modelo Y)</b>		<b>Piso Interno do Apartamento (Modelo X)</b>	
<b>Amostra</b>	<b>Expansão por Umidade (mm/m)</b>	<b>Amostra</b>	<b>Expansão por Umidade (mm/m)</b>
1	0,38	1	0,42
2	0,39	2	0,25
3	0,32	3	0,23
4	0,31	4	0,31
5	0,28	5	0,27
<b>Média</b>	<b>0,34</b>	<b>Média</b>	<b>0,3</b>

Fonte: SENAI – Criciúma (2019)

**Quadro 7** – Determinação da Expansão por Umidade para Fabricante 2

<b>FABRICANTE 2</b>			
<b>Azulejos da Cozinha e Banheiro (Modelo B)</b>		<b>Piso Interno do Apartamento (Modelo A)</b>	
<b>Amostra</b>	<b>Expansão por Umidade (mm/m)</b>	<b>Amostra</b>	<b>Expansão por Umidade (mm/m)</b>
1	0,01	1	0,02
2	0,12	2	0,02
3	0,21	3	0,01
4	0,13	4	0,01
5	0,14	5	0,02
<b>Média</b>	<b>0,12</b>	<b>Média</b>	<b>0,02</b>

Fonte: SENAI – Criciúma (2019)

De acordo com a NBR 13818/1997 – Anexo J, a expansão por umidade pode atingir um limite máximo de 0,6 mm/m. Com os resultados dos ensaios realizados identificou-se que as amostras do modelo X e Y do fabricante 1 apresentaram a média de 0,3mm/m e 0,34 mm/m, respectivamente. Já as amostras do modelo A apresentaram, uma média de 0,02 mm/m e o modelo B obteve a média de 0,12 mm/m. Com esses dados, verificou-se que a média de EPU do fabricante 1 é superior ao do fabricante 2, mas ambas atendem o valor exigido por norma de 0,6 mm/m.

## 4.2 ABSORÇÃO DE ÁGUA

A absorção de água está ligada diretamente a porosidade do revestimento cerâmico. Os revestimentos possuem absorção que variam de zero a 20% de acordo com a sua fabricação. (INSTITUTO DE ARQUITETURA E URBANISMO, 2019).

Nos quadros 8 e 9 estão descritos os resultados do ensaio de absorção de água realizado pela Senai – Criciúma para os Fabricantes 1 e 2 de acordo com a NBR 13818/97 – Anexo B.

**Quadro 8 – Determinação da Absorção de Água para Fabricante 1**

<b>FABRICANTE 1</b>			
<b>Azulejos da Cozinha e Banheiro (Modelo Y)</b>		<b>Piso Interno do Apartamento (Modelo X)</b>	
<b>Amostra</b>	<b>Absorção de água (%)</b>	<b>Amostra</b>	<b>Absorção de água (%)</b>
1	6,4	1	6,8
2	6,5	2	6,5
3	6,4	3	7,8
4	7,5	4	8,2
5	6,6	5	7,7
<b>Média</b>	<b>6,7</b>	<b>Média</b>	<b>7,4</b>

Fonte: SENAI – Criciúma (2019)

**Quadro 9 – Determinação da Absorção de Água para Fabricante 2**

<b>FABRICANTE 2</b>			
<b>Azulejos da Cozinha e Banheiro (Modelo B)</b>		<b>Piso Interno do Apartamento (Modelo A)</b>	
<b>Amostra</b>	<b>Absorção de água (%)</b>	<b>Amostra</b>	<b>Absorção de água (%)</b>
1	16,9	1	6,3
2	17	2	6,4
3	16,1	3	6,5
4	17	4	6,6
5	16,8	5	6,4
<b>Média</b>	<b>16,7</b>	<b>Média</b>	<b>6,4</b>

Fonte: SENAI – Criciúma (2019)

Para o fabricante 1, as amostras do modelo Y apresentaram a média da absorção de água de 6,7% e para o modelo X a média ficou em 7,4%. Ambas pertencentes ao grupo de absorção Bllb conforme Quadro 5 e atendem aos parâmetros da NBR 13818/97 – Anexo B que variam entre 6 e 10%.

Para o fabricante 2, as amostras do modelo A apresentaram a média de absorção de água de 6,4% e pertencem ao grupo de absorção BIIb conforme Quadro 5. Já as amostras do modelo B obtiveram uma média de 16,7% e pertencem ao grupo BIII que se caracteriza pela absorção acima de 10%. Essas amostras atendem aos requisitos pré-estabelecidos pela NBR 13818/97 – Anexo B.

#### 4.3 GRETAMENTO

O gretamento ocorre pela dilatação diferencial entre o esmalte e a placa cerâmica, sendo um dano irreparável e retrata algum problema na fabricação. De acordo com a NBR 13818/1997 – Anexo F, os revestimentos não podem apresentar fissuras de gretamento comprometendo a aderência dos revestimentos cerâmicos.

Nos quadros 10 e 11 estão descritos os resultados do ensaio de resistência ao gretamento realizado pela Senai – Criciúma para os Fabricantes 1 e 2 conforme NBR 13818/97 – Anexo F.

**Quadro 10** – Determinação da Resistência ao Gretamento para Fabricante 1

<b>FABRICANTE 1</b>			
<b>Azulejos da Cozinha e Banheiro (Modelo Y)</b>		<b>Piso Interno do Apartamento (Modelo X)</b>	
<b>Amostra</b>	<b>Gretamento</b>	<b>Amostra</b>	<b>Gretamento</b>
1	Sim	1	Sim
2	Sim	2	Sim
3	Sim	3	Sim
4	Sim	4	Sim
5	Sim	5	Sim

Fonte: SENAI – Criciúma (2019)

**Quadro 11** – Determinação da Resistência ao Gretamento para Fabricante 2

<b>FABRICANTE 2</b>			
<b>Azulejos da Cozinha e Banheiro (Modelo B)</b>		<b>Piso Interno do Apartamento (Modelo A)</b>	
<b>Amostra</b>	<b>Gretamento</b>	<b>Amostra</b>	<b>Gretamento</b>
1	Não	1	Não
2	Não	2	Não
3	Não	3	Não
4	Não	4	Não
5	Não	5	Não

Fonte: SENAI – Criciúma (2019)

Os resultados obtidos através dos ensaios mostram que os modelos X e Y do fabricante 1 apresentaram gretamento, tornando parte da sua massa cerâmica instável e altamente dilatável. Já as amostras do fabricante 2 não apresentaram gretamento e atendem aos requisitos da NBR.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse trabalho foram estudadas as principais características físicas do revestimento com o objetivo de identificar o motivo pelo qual ocorreu o deslocamento cerâmico interno no edifício em estudo. Com isso, foram realizados os ensaios de laboratório com o intuito de conhecer as características das amostras em relação à absorção de água, expansão por umidade e gretamento.

Os resultados obtidos foram comparados com a NBR 13818/97, onde foi possível identificar uma ineficiência na resistência ao gretamento nos modelos Y e X do fabricante 1, em que esse fabricante não atende a norma em vigência. Em função disso, os resultados obtidos nessa pesquisa demonstram que o descolamento cerâmico no edifício em estudo pode ter sido ocasionado, entre outros fatores, pela resistência ao gretamento não estar de acordo com a NBR.

Como sugestão de trabalhos futuros, pode-se realizar um estudo das argamassas colantes para identificar se as mesmas cooperam com essa patologia e se possuem falhas dos mecanismos de ancoragem no substrato e nas peças cerâmicas.

## REFERÊNCIAS

AMORÓS, J.I. et al. **A Falta de Acordo como Causa do Empenamento**. Acordo Esmalte-Suporte (D). Instituto de Tecnologia Cerâmica, Universidade de Valência, Associação de Pesquisa das Indústrias Cerâmicas, Valência, p.1-2, ago. 1996.

ANTONIO PEDRO NOVAES DE OLIVEIRA (Org.). **Tecnologia de fabricação de revestimentos cerâmicos**. Editora UFSC, Florianópolis, p.47-60, jun. 2011.

ANTUNES G. R.. **Estudo de manifestações patológicas em revestimento de fachada em Brasília - sistematização da incidência de casos**. Diss. Mestrado, UnB, Brasília: 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9817**: Execução de piso com revestimento cerâmico – Procedimentos. Rio de Janeiro: 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10545-11:2017**: Placas cerâmicas parte 11: determinação de resistência ao gretamento de placas esmaltadas.. Rio de Janeiro: 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13528-3:2019**: Revestimento de paredes de argamassas inorgânicas - Determinação da resistência de aderência à tração - Aderência superficial. Rio de Janeiro: 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13749**: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Especificação. Rio de Janeiro: 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13754**: Revestimento de paredes Internas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimentos. Rio de Janeiro: 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13818:1997**. Placas cerâmicas para revestimento – Especificação e métodos de ensaio. Anexo B. Rio de Janeiro: 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13818:1997**. Placas cerâmicas para revestimento – Especificação e métodos de ensaio. Anexo J. Rio de Janeiro: 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13818:1997**. Placas cerâmicas para revestimento – Especificação e métodos de ensaio. Anexo F. Rio de Janeiro: 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14081-5**: Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas - Requisitos Rio de Janeiro: 2012.

BARROS, M M B; SABBATINI, F H. **PRODUÇÃO DE REVESTIMENTO CERÂMICOS PARA VEDAÇÃO EM ALVENARIA: DIRETRIZES BÁSICAS**. 1997. Disponível em: <[http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/bt\\_00246.pdf](http://www.pcc.usp.br/files/text/publications/bt_00246.pdf)>. Acesso em: 28 out. 2019.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). **Deslocamento cerâmico: construção civil defende rápida resolução**, 2019. Disponível em: <<https://cbic.org.br/entrevista-deslocamento-ceramico-construcao-civil-defende-rapida-resolucao/>>. Acesso em: 25 set. 2019.

CAMPANTE, E. F.; BAÍÁ, L. L. M. **Projeto e execução de revestimento cerâmico**. São Paulo. O nome da Rosa, 2003.

CARMEN COUTO RIBEIRO, JOANA DARC DA SILVA PINTO, TADE STARLING. **Materiais de construção civil**. 2 ed. Belo Horizonte: Editora UFMG; Escola de engenharia da UFMG, 2002.

CONSTANTINO, Alberto de Oliveira; ROSA, Sergio Eduardo Silveira da. **Panorama no Setor de Revestimentos Cerâmicos**. BNDS, São Paulo, p.2-4, set. 2006.

FIORITO, Antonio J.S.I. **Manual de argamassas e revestimentos**: estudos e procedimentos de execução. São Paulo: Pini, 2009.

IBRACON - **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. ed. G. C. Isaia. 3ªed. São Paulo, IBRACON, 2017. Volume1.

IBRACON - **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais.** ed. G. C. Isaia. 3ªed. São Paulo, IBRACON, 2017. Volume2.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL – INMETRO. **Revestimentos Cerâmicos** . Rio de Janeiro. 2006.

INSTITUTO DE ARQUITETURA E URBANISMO – USP SÃO CARLOS. **Características dos Revestimentos Cerâmicos** . São Paulo. 2019.

JUNGINGER, Max; MEDEIROS, Jonas Silvestre. **REJUNTAMENTO DE REVESTIMENTO CERÂMICOS: Influência das juntas de assentamento na estabilidade de painéis.** São Paulo: EPUSP, 2004.

LABORATÓRIO DO CENTRO CERÂMICO DO BRASIL – LABCCB- (São Paulo) (Org.). **Programa Setorial da Qualidade de Placas Cerâmicas para Revestimento.** Anfacer – Associação Nacional Dos Fabricantes de Cerâmica Para revestimento, São Paulo, fev. 2014.

MOREIRA, Eduardo Henrique. **Placas Cerâmicas para Revestimento. Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado de Minas Gerais Sinduscon -mg.** Sinduscon - mg, Belo Horizonte, p.10-14, set. 2009.

MENEZES, R. R. et al (Ed.). **Aspectos fundamentais da expansão por umidade: uma revisão Parte I: Aspectos históricos, causas e correlações.** Cerâmica 52, São Paulo, p.1-12, mar. 2006.

MUELLER, Nicolaus. **Usar rejunte acrílico ou epóxi.** 2016. Disponível em: <[https://www.aecweb.com.br/cont/a/usar-rejunte-acrilico-ou-epoxi-como-decidir\\_13575](https://www.aecweb.com.br/cont/a/usar-rejunte-acrilico-ou-epoxi-como-decidir_13575)>. Acesso em: 28 nov. 2019.

PETRUCCI, ELADIO G. R. **Materiais de Construção.** 11 ed. São Paulo: Globo, 1998.

PLANVILLE; SILVA, Paulo Sergio. **Patologia dos Revestimentos Cerâmico e Pedras Naturais.** INBEC – Instituto Brasileiro de Educação Continua. Joinville: 2018.

SABBATINI, FERNANDO HENRIQUE; BAIA, LUCIANA LEONE MACIEL. **Projeto e execução de revestimento argamassa.** São Paulo: O nome da Rosa, 2002. 4 Ed.