



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**  
**BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

**EXECUÇÃO DE FACHADA COM REVESTIMENTO CERÂMICO**  
**CONFORME A NBR 13755**

**PÁBULO MATHEUS FERREIRA DE OLIVEIRA**

**JOÃO PESSOA - PB**  
**AGOSTO/ 2020**

PÁBULO MATHEUS FERREIRA DE OLIVEIRA

**EXECUÇÃO DE FACHADA COM REVESTIMENTO CERÂMICO  
CONFORME A NBR 13755**

Monografia apresentada à Universidade Federal da Paraíba como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

**Orientador: Prof. Dr. Paulo Germano Toscano Moura**

**JOÃO PESSOA - PB**

**AGOSTO/2020**

**Catálogo na publicação Seção de Catalogação  
e Classificação**

O48e Oliveira, Pabulo Matheus Ferreira de.

**EXECUÇÃO DE FACHADA COM REVESTIMENTO  
CERÂMICO CONFORME**

NBR 13755 / Pabulo Matheus Ferreira de Oliveira. - João  
Pessoa, 2020.

48 f.

Orientação: Paulo Germano Toscano Moura.  
Monografia (Graduação) - UFPB/CT.

## FOLHA DE APROVAÇÃO

**PÁBULO MATHEUS FERREIRA DE OLIVEIRA**

**EXECUÇÃO DE FACHADA COM REVESTIMENTO CERÂMICO CONFORME A  
NBR 13755**

Trabalho de Conclusão de Curso em 06/08/2020 perante a seguinte Comissão Julgadora:

  
Professor Dr. Paulo Germano Toscano Moura - Orientador  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

Aprovado

  
Professor Dr. Eraldo Tales Ferreira - Examinador  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO

  
Professor Dr. Primo Fernandes Filho - Examinador  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO

  
Prof. Andrea Brasiliano Silva  
Matricula Siape: 1549557  
Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Civil

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, pois a ele toda honra e toda glória.

Dedico este trabalho a meus pais, Adelmo e Kátia, que apesar de tudo nunca deixaram de me apoiar e acreditar na minha capacidade e desenvoltura profissional. Ao meu irmão Túlio Henrique que sempre foi um exemplo de dedicação e um motivador para meu sucesso.

Agradecimento especial a minha companheira de todas as horas, minha namorada, Beatriz de Araújo Santos, que nunca deixou me abater diante das dificuldades e sempre acreditou e deu total apoio em momentos complicados durante toda minha trajetória.

Agradeço a todos que se fizeram presentes ao longo da minha caminhada acadêmica, em especial ao professor Paulo Germano por ter me auxiliado com muito entusiasmo neste trabalho. Agradeço também a todos os meus colegas na cooperação de ensinamento, muito obrigado.

## RESUMO

Este trabalho aborda, por meio de uma revisão bibliográfica, os diversos tipos de revestimentos, técnicas de fabricação, propriedades físicas e químicas finais, as diferentes camadas constituintes do revestimento cerâmico das fachadas dos edifícios, bem como, as patologias ocorrentes neste tipo de revestimento e uma metodologia de diagnóstico desse tipo de manifestação, para que haja a correta identificação do problema. Metodologia esta que se fundamenta basicamente, na análise da norma NBR 13755: documentação; inspeção visual; coleta de dados; identificação das manifestações patológicas. O revestimento das fachadas desempenha diversas funções, dentre elas a proteção da edificação de patologias.

Estas manifestações patológicas são decorrentes de diversos fatores, sendo os principais: os erros de projeto, a utilização de métodos construtivos inadequados, materiais de baixa qualidade e a falta de controle das etapas de execução. Estas condições interferem na vida útil da edificação, e quanto maior o grau de deterioração maior será os custos para possíveis reparos, excedendo de forma exponencial as despesas com manutenções preventivas.

Busca-se disseminar o conhecimento disponível sobre o procedimento correto e as principais patologias em revestimentos cerâmicos de fachada, no intuito de, cada vez mais, diminuir a ocorrência destes problemas que são onerosos, tanto para os usuários quanto para as construtoras que muitas das vezes são responsabilizadas pelo problema.

**Palavras-chave:** Revestimentos cerâmicos, fachada, patologias.

## ABSTRACT

This work addresses, through a bibliographic review, the different types of coatings, manufacturing techniques, physical and chemical final properties, the different constituent layers of the ceramic coating on the facades of buildings, as well as the pathologies that occur in this type of coating and a methodology for diagnosing this type of manifestation, so that the problem can be correctly identified. This methodology is basically based on the analysis of the NBR 13755 standard: documentation; visual inspection; data collect; identification of pathological manifestations. The cladding of the façades performs several functions, among them the protection of the building of pathologies.

These pathological manifestations are due to several factors, the main ones being: design errors, the use of inadequate construction methods, low quality materials and the lack of control over the execution stages. These conditions interfere with the building's useful life, and the greater the degree of deterioration, the greater the costs for possible repairs, exponentially exceeding the expenses with preventive maintenance.

The aim is to disseminate the available knowledge about the correct procedure and the main pathologies in ceramic facade cladding, in order to increasingly reduce the occurrence of these problems, which are costly, both for users and for construction companies, which often are held responsible for the problem.

**Keywords:** Ceramic tiles, facade, pathologies.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Placa de Pastilhas cerâmica gresificada.....	18
Figura 2- Placas de Porcelanatos em parede .....	20
Figura 3- Esquema do revestimento cerâmico aplicado sobre a base.....	24
Figura 4- Base com estrutura em concreto armado e alvenaria com tijolo convencional.....	25
Figura 5- Chapisco convencional. ....	26
Figura 6- Chapisco industrializado .....	27
Figura 7- Chapisco industrializado .....	27
Figura 8- Emboço para revestimento cerâmico.....	28
Figura 9- Corte representando as camadas do revestimento externo.....	29
Figura 10- Posicionamento de tela para atenuação de fissuras. ....	30
Figura 11- Tipos de Juntas .....	31
Figura 12- Corte na Camada externa da fachada, mostrando a junta. ....	31
Figura 13- Destacamento ou descolamento do revestimento cerâmico de fachada .....	34
Figura 14- Eflorescência em pastilhas cerâmicas .....	36
Figura 15- Fluxograma para diagnóstico de patologias .....	40
Figura 16- Teste de arrancamento para verificar preenchimento do tardez.....	43
Figura 17- Teste de percussão .....	43
Figura 18- Uso de régua para verificar planeza.....	44



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Agrupamento das placas cerâmicas.....	16
Quadro 2- Codificação dos grupos de absorção .....	16
Quadro 3- Classificação dos revestimentos cerâmicos (placas prensadas),.....	17
Quadro 4- Aplicações de placas cerâmicas prensadas .....	17
Quadro 5- Resistência de aderência.....	29
Quadro 6- Etapas típicas da produção do revestimento cerâmico.....	42

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Propriedades de argamassas industrializadas .....	23
Tabela 2- Tipos de argamassas industrializadas .....	23

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>14</b>
<b>2.1. Objetivo geral .....</b>	<b>14</b>
<b>2.2. Objetivos específicos.....</b>	<b>14</b>
<b>3. TIPOS DE REVESTIMENTO CERÂMICO.....</b>	<b>15</b>
<b>3.1. Revestimento Cerâmico Gresificados .....</b>	<b>18</b>
3.1.1. Processo de fabricação.....	18
3.1.2. Aplicação .....	19
<b>3.2. O grés porcelanato.....</b>	<b>20</b>
3.2.1. Processo de fabricação.....	20
3.2.2. Aplicação .....	21
<b>3.3. Argamassa Colante.....</b>	<b>22</b>
<b>4. CAMADAS DO REVESTIMENTO EXTERNO .....</b>	<b>24</b>
<b>4.1. Base .....</b>	<b>24</b>
<b>4.2. Chapisco.....</b>	<b>25</b>
<b>4.3. Emboço .....</b>	<b>27</b>
<b>4.4. Tela de reforço.....</b>	<b>29</b>
<b>4.5. Juntas .....</b>	<b>30</b>
4.5.1. Juntas de movimentação .....	31
4.5.2. Juntas de dessolidarização .....	32
4.5.3. Juntas de assentamento .....	32
<b>5. PATOLOGIAS DE FACHADAS .....</b>	<b>32</b>
<b>5.1. Deslocamento de revestimentos cerâmicos .....</b>	<b>33</b>
<b>5.2. Gretamento, Trincas e fissuras .....</b>	<b>35</b>
<b>5.3. Eflorescência.....</b>	<b>36</b>
<b>6. EXECUÇÃO DE DIAGNÓSTICO EM REVESTIMENTO CERÂMICO DE FACHADA .....</b>	<b>37</b>

6.1.	Levantamentos de subsídios .....	37
6.2.	Vistoria no local.....	37
6.3.	Anamnese do caso.....	38
6.4.	Exames complementares .....	38
6.5.	Pesquisa.....	39
6.6.	Diagnóstico.....	39
7.	EXECUÇÃO DE UMA FACHADA CONFORME A NBR 13755:2017 .....	41
7.1.	Projeto de fachada com revestimento cerâmico .....	41
7.2.	Realização de ensaios para seleção de argamassa de chapisco, reboco e argamassa colante .....	41
7.3.	Planejamento dos trabalhos .....	42
7.4.	Inspeção .....	42
7.4.1.	Preenchimento do tardo.....	42
7.4.2.	Som cavo.....	43
7.4.3.	Planeza .....	44
7.4.4.	Alinhamento .....	44
7.5.	Aceitação e rejeição do revestimento .....	44
8.	CONCLUSÃO .....	45
9.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	47

## 1. INTRODUÇÃO

Na última década, a construção civil aumentou expressivamente no Brasil. Uns dos motivos para isto foi as ações governamentais como o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), programa “Minha casa, minha vida”, dentre outros, que têm financiado e incrementado o crescimento do setor.

Um material que apresenta crescimento no seu uso é o cerâmico. De acordo com a Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para revestimentos, louças sanitárias e congêneres (ANFACER), o Brasil é o segundo maior consumidor mundial de cerâmica com uma estimativa de 828,9 milhões de m<sup>2</sup> consumidos em 2012 e também segundo maior produtor com 895 milhões de m<sup>2</sup> produzidos neste mesmo ano (OLIVEIRA, 2013).

A utilização de revestimento cerâmico, no Brasil, teve início no século XIX e foi inicialmente utilizada com o objetivo de melhorar a salubridade em edifícios construídos em ambientes úmidos. Com isso, foi notado maior durabilidade das características antitérmicas e do seu poder de conservação. Após essas constatações foi grande a disseminação do uso de cobertura cerâmica em pisos e fachadas do país (OLEARI, 2015).

Os sistemas de revestimentos de fachadas são formados, segundo Júnior (2017), por materiais que geram proteção aos elementos de vedação, melhoria do desempenho térmico e acústico. Além de todas as qualidades citadas, o revestimento cerâmico ainda traz a vantagem de melhoramento estético e valorização dos imóveis. Além disso, a execução do revestimento deve ser direcionada por um projeto de fachada e acompanhada por profissionais qualificados, utilizando materiais especificados em projetos, para que as manifestações patológicas sejam minimizadas.

No entanto, apesar dos benefícios, ao longo do tempo foram verificadas inúmeras ocorrências de manifestações patológicas com origens diversas em revestimentos cerâmicos, principalmente os utilizados nas fachadas. Segundo Antunes (2010), isso ocorre devido a omissão de elementos construtivos importantes, etapas de execução inadequada, omissão ou não atendimento as especificações de projetos e ausência de manutenção. Dessa forma, suas funções primordiais são afetadas.

Embora as vantagens do uso de revestimento cerâmico em fachada sejam inegáveis, a ocorrência de casos de patologia em revestimento cerâmico tornou-se alvo de discussões no setor da construção civil. Nesse sentido, este estudo tem como objetivo realizar uma revisão

bibliográfica a respeito das etapas construtivas da execução de revestimento cerâmico, bem como as principais patologias que historicamente são mais comuns nesse tipo de revestimento. Ao final, com um intuito contribuir com o conhecimento prático, será apresentado a execução de um revestimento cerâmico conforme a NBR 13755:2017.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

O objetivo principal desse trabalho é apresentar o processo de execução de revestimento cerâmico em fachada conforme a NBR 13755:2017.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Apresentar os diversos tipos de revestimentos, técnicas de fabricação e propriedades físicas e químicas finais;
- Descrever as camadas do revestimento externo de fachada;
- Descrever as principais patologias em fachadas;
- Apresentar uma metodologia para diagnóstico de patologias em fachadas;
- Apresentar como executar uma fachada de acordo com a NBR 13755:2017;

### 3. TIPOS DE REVESTIMENTO CERÂMICO

A cerâmica pode, por sua vez, ser dividida em “tradicional” e “avançada”. A cerâmica tradicional parte de matérias-primas naturais ou pouco beneficiadas, de pureza variável, em especial argilas. Os processos de conformação tradicionais incluem prensagem, extrusão, torneamento e colagem. O material conformado e exposto a um tratamento térmico ou queima, cujo controle não é tão rígido quanto no processamento avançado, objetivando a densificação e aumento de resistência dos produtos finais. Produtos tradicionais típicos são os de aplicação doméstica ou na construção civil, como louça de mesa ou sanitária, tijolos, telhas, tubos, pisos e azulejos. As propriedades mais importantes nesses produtos são as mecânicas e as estéticas.

Já a cerâmica avançada (também conhecida como cerâmica de alto desempenho ou de engenharia) parte de matérias-primas sintéticas ou beneficiadas industrialmente até atingir um alto grau de pureza (tipicamente > 98%). Além dos processos tradicionais de conformação, processos especiais foram desenvolvidos, ou adaptados de outras áreas, para obtenção de formas e acabamentos superficiais particulares, tais como moldagem por injeção, prensagem isostática a quente ou colagem de fitas (*tape casting*). Assim como as etapas anteriores, o tratamento térmico ou sinterização deve ser muito bem controlado (tempo, temperatura, pressão, atmosfera) para a obtenção de produtos de alto valor agregado, isentos de defeitos. Produtos avançados típicos são caracterizados por suas funções ou propriedades específicas, tais como elétricas, magnéticas, nucleares, óticas, mecânicas, térmicas, químicas e/ou biológicas.

Os revestimentos cerâmicos podem ser classificados segundo especificações normativas, ou regras de mercado, de acordo com suas características estéticas e/ou técnicas. A figura a seguir apresenta um quadro resumido das principais características dos revestimentos pertencentes aos diversos grupos de absorção de água, a partir de especificações da norma NBR 13818/97 para placas prensadas.

A NBR 13816:1997 classifica e codifica os revestimentos cerâmicos conforme a absorção d'água (Quadro 1). Essa classificação deve estar na caixa do produto.



Quadro 1 - Agrupamento das placas cerâmicas

GRUPO DE ABSORÇÃO DE ÁGUA	
Grupos	Absorção de água %
Ia	$0 < \text{Abs} < 0,5$
Ib	$0,5 < \text{Abs} < 3,0$
IIa	$3,0 < \text{Abs} < 6,0$
IIb	$6,0 < \text{Abs} < 10,0$
III	Abs acima de 10,0

Fonte: NBR 13816:1997

O quadro 2 apresenta a classificação de absorção de água conforme o método de fabricação, o qual é definido em extrudado (A), prensado (B) e outros (C).

Quadro 2- Codificação dos grupos de absorção

Absorção (%)	Extrudado (A)	Prensado (B)	Outros (C)
<b>Abs &lt; 0,5</b>	AIa	BIa	CIa
<b>0,5 &lt; Abs &lt; 3</b>	AIb	BIb	CIb
<b>3 &lt; Abs &lt; 6</b>	AIIa	BIIa	CIIa
<b>6 &lt; Abs &lt; 10</b>	AIIb	BIIb	CIIb
<b>Abs &gt; 10</b>	AIII	BIII	CIII

Fonte: NBR 13816:1997

De acordo com a NBR 13755:2017 as placas cerâmicas devem apresentar absorção máxima de 6%.

A cerâmica extrudada é feita por meio de uma massa composta de argila e outras matérias-primas inorgânicas. No processo de extrusão, a cerâmica é extrudada a vácuo, a argila e demais componentes são conformados em uma extrusora, onde é retirado todo ar existente na massa e lhe dá a forma desejada antes da secagem e queima. Este processo garante às peças características como resistência ao atrito, baixa absorção de água, uniformidade de cor, de corte e esquadro das peças. Já o processo Prensado que é mais comum, vai ser tratado nos processos de fabricação dos tipos de cerâmica.

Quadro 3- Classificação dos revestimentos cerâmicos (placas prensadas),  
segundo absorção de água e resistência a ruptura por flexão

Produto	Grupo de absorção de água	Absorção de água AA (%)	Módulo de resistência à flexão (MPa)	Carga de ruptura (N) para espessura $\geq 7,5$ mm
Porcelanato	BIa	0 a 0,5	$\geq 35$	$\geq 1.300$
Grés	BIb	0,5 a 3	$\geq 30$	$\geq 1.100$
Semigrés	BIIa	3 a 6	$\geq 22$	$\geq 1.000$
Semiporoso	BIIb	6 a 10	$\geq 18$	$\geq 800$
Poroso	BIII	$> 10$	$\geq 15$	$\geq 600$

Fonte: HOTZA, Dachamir. Tecnologia de Fabricação de Revestimento Cerâmico

Quadro 4- Aplicações de placas cerâmicas prensadas

Ambiente	Absorção de água (%)	Resistência à abrasão PEI	Resistência a ataques químicos	Remoção de manchas (facilidade de limpeza)	Outras características
Paredes externas	– Regiões sujeitas a neve: 0 a 3% – Outras regiões: 0 a 10%	Não é necessário especificar	Elevada ou média	4 ou 5	—
Paredes internas	0 a 20%	Não é necessário especificar	Elevada ou média	4 ou 5	—
Pisos residenciais	0 a 10%	Banheiros: $\geq 1^*$ Quartos: $\geq 2^*$ Salas: $\geq 3^*$ Cozinhas: $\geq 3^*$ Quintais/ Terraços $\geq 4^*$	Elevada ou média	4 ou 5	Para quintais deve-se exigir coeficiente de atrito $\geq 0,4$
Escadas e rampas	0 a 10%	5	Elevada ou média	4 ou 5	– Exigir coeficiente de atrito $\geq 0,4$ – Carga $\geq 800$ N
Pisos para garagens e calçadas	0 a 10%	$\geq 4$	Elevada ou média	4 ou 5	– Exigir coeficiente de atrito $\geq 0,4$ – Carga $\geq 800$ N
Piscinas	– Regiões sujeitas a neve: 0 a 3% – Outras regiões: 0 a 20%	Não é necessário especificar	Elevada ou média	4 ou 5	– Em áreas que circundam a piscina exigir coeficiente de atrito $\geq 0,4$ – Carga $\geq 400$ N
Pisos industriais	0 a 6%	5	Elevada ou média	4 ou 5	– Exigir coeficiente de atrito $\geq 0,4$ – Carga $\geq 1000$ N
Pisos de cozinhas industriais e supermercados	0 a 6%	5	Elevada ou média	4 ou 5	– Exigir coeficiente de atrito $\geq 0,4$ – Carga $\geq 1000$ N

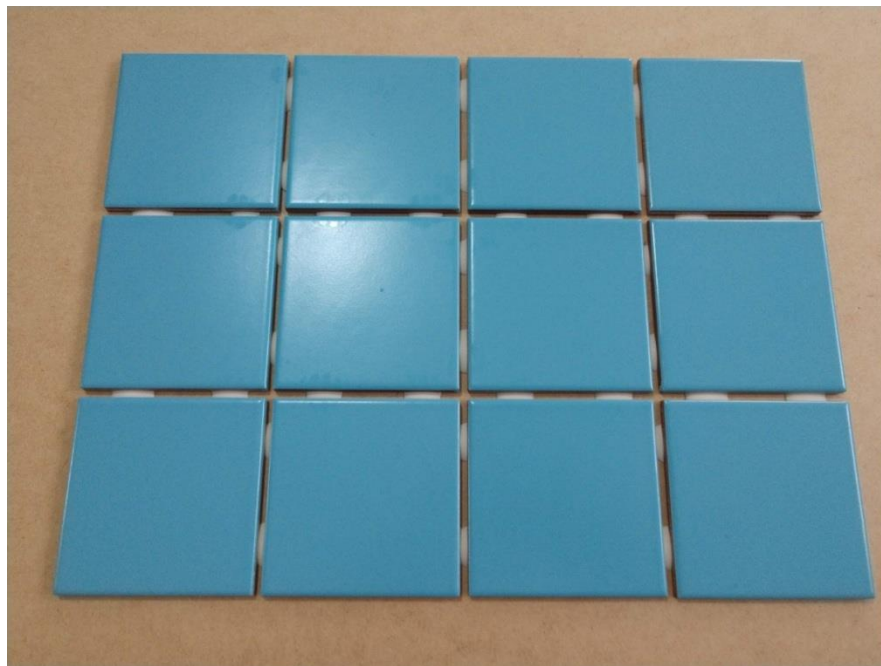
Fonte: HOTZA, Dachamir. Tecnologia de Fabricação de Revestimento Cerâmico

Os dois principais revestimentos cerâmicos aplicados em fachadas são:

### 3.1. Revestimento Cerâmico Gresificados

Revestimentos cerâmicos gresificados apresentam uma absorção de água inferior a 10% após a queima. Dentro dessa divisão, os revestimentos podem ser conformados por prensagem ou extrusão. Tais placas cerâmicas encontram geralmente emprego como pavimento para recobrimento de ambientes internos e externos.

Figura 1- Placa de Pastilhas cerâmica gresificada



Fonte: Arquivo do autor

#### 3.1.1. Processo de fabricação

Além da natureza química e mineralógica das matérias-primas, as características finais de um produto dependem dos parâmetros tecnológicos adotados ao longo do processo de fabricação.

Na definição das condições de trabalho de um determinado processo, é muito importante avaliar as relações entre os aspectos tecnológicos, de natureza física e química, e os parâmetros de trabalho nas várias etapas do processo a seguir consideradas.

- *Dosagem da Matéria Prima com aditivos:* A dosagem é uma operação que determina as quantidades relativas das matérias-primas que farão parte da composição de uma massa formulada.
- *Moagem:* No caso de massas gresificáveis, o grau de moagem das matérias-primas, além

de outros fatores de natureza física e química, pode influenciar a densificação do material e, portanto, determinar os valores de retração e porosidade. Em linhas gerais, o resíduo após a moagem para massas de grés e da ordem de 7 a 10% na malha 230 mesh (63  $\mu\text{m}$ ). No caso de massas vermelhas constituídas principalmente de materiais argilosos, tais valores situam-se entre 4 e 6%.

- *Atomização*: Tal processo objetiva evaporar parcialmente a água contida na barbotina dando origem a grânulos esféricos. A distribuição granulométrica para monoqueima de massas tipo grés não é particularmente diferente de outros atomizados utilizados na fabricação de grés porcelanato e revestimentos.
- *Prensagem*: Essa etapa do processo é muito importante na tecnologia de produção dos materiais cerâmicos. Normalmente, tende-se a obtenção da máxima densificação a verde, mas a níveis compatíveis com os problemas de desgaseificação e de “coração negro”. Geralmente, a pressão de compactação é da ordem de 250 a 300  $\text{kgf/cm}^2$  (~25 a 30 MPa) para massas brancas e de 200  $\text{kgf/cm}^2$  (~20 MPa) para as massas vermelhas, já que são normalmente mais plásticas.
- *Secagem*: Nessa operação, ocorre a evaporação da umidade residual da massa em torno de 4 a 8%.
- *Esmaltação*: é uma operação que consiste em depositar e recobrir, portanto, a superfície superior de uma placa cerâmica. Tal deposição de esmalte resulta na formação de uma camada vítrea com espessura que pode variar de 75 a 500  $\mu\text{m}$  após processo de queima.
- *Queima*: Os ciclos e as temperaturas de queima adotadas, em geral, variam, respectivamente, entre 30 e 60 min e 1.100 e 1.200  $^{\circ}\text{C}$ , dependendo da natureza das massas cerâmicas e das dimensões das placas cerâmicas a serem queimadas. A elevada flexibilidade na determinação das curvas de queima é garantida por meio de sistemas de controle eletrônico, que ajustam a temperatura pré-estabelecida dentro de limites muito restritos. Um microcomputador pode executar a supervisão e armazenamento dos dados de processo e fornecer as informações necessárias para a otimização da gestão do forno.
- *Acabamento Final*
- *Produto*

### 3.1.2. Aplicação

A aplicação de Argamassas colantes do tipo AC III é recomendada para o revestimento

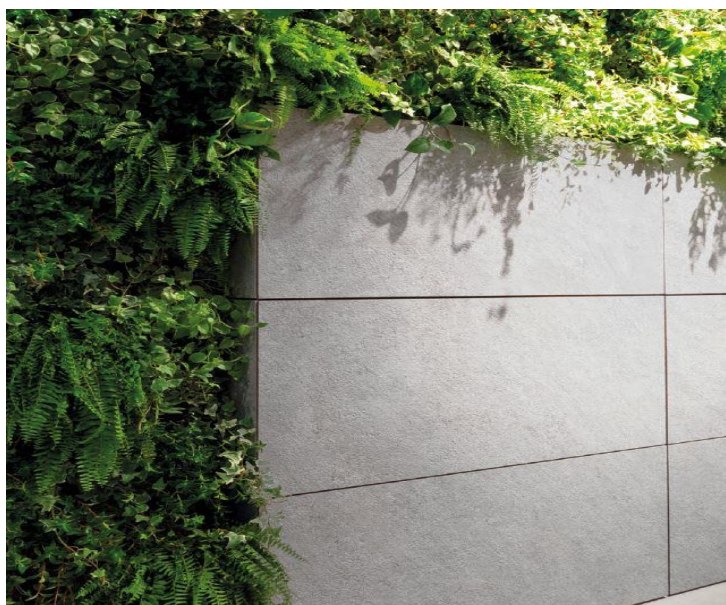
cerâmico gresificado, quando aplicado em área externa de edificações como fachada, e recomendada a AC II para cerâmica gresificada em áreas internas. É constatado que as intempéries são mais ativas na parte externa como sol, vento, chuva, por isso é recomendado uma argamassa que tenha os testes de arrancamento em três situações: normal, submersa e na estufa, todos os resultados tem que resistir acima de 1 Mpa, classifica a argamassa como AC III, o que será visto mais à frente neste trabalho.

Outro ponto importante é sempre umedecer a base, para evitar que a cola não adira bem na camada de reboco por conta de poeira ou também alta temperatura da base, que causaria uma perda grande de água na argamassa, prejudicando assim o assentamento.

### 3.2. O grés porcelanato

O grés porcelanato, ou simplesmente porcelanato, é um revestimento cerâmico, em geral não esmaltado, muito denso, obtido por sinterização convencional e tendo porosidade expressa, como absorção de água, geralmente inferior a 0,3%. O porcelanato é um produto de qualidade superior com relação ao tradicional grés, em consequência da utilização de matérias-primas cuidadosamente selecionadas e procedimentos de processamento acuradamente controlados.

Figura 2- Placas de Porcelanatos em parede



Fonte: Elizabeth Cerâmicas

#### 3.2.1. Processo de fabricação

Paralelamente a natureza química e mineralógica das massas cerâmicas, os parâmetros de processo exercem um papel fundamental nas etapas do processo produtivo, a serem detalhados a seguir.

- *Dosagem da matéria-prima com pigmentos e aditivos:* O processo é semelhante ao de Revestimento Cerâmico Gresificado, acrescentando além dos aditivos, os pigmentos para coloração das massas.
- *Moagem:* Para favorecer as reações de vitrificação e densificação durante a queima, o valor do resíduo em malha 230 mesh, da barbotina após moagem, deve estar entre 0,5 e 1%. A esses valores de resíduo correspondem normalmente diâmetros médios de partículas entre 15 e 20  $\mu\text{m}$ .
- *Atomização:* Processo Idêntico ao de cerâmicas gresificadas.
- *Prensagem:* O objetivo é alcançar, na fase de prensagem, o máximo grau de densificação e a níveis compatíveis com os problemas que se manifestam durante a queima. A pressão de compactação normalmente utilizada, 350 a 450  $\text{kgf/cm}^2$  (~35 a 45 MPa).
- *Secagem:* A secagem de placas de porcelanato não apresenta dificuldades particulares nem substanciais diferenças de ciclo e condições de trabalho do secador em comparação com os utilizados normalmente na produção das tipologias convencionais de placas cerâmicas.
- *Esmaltação:* Processo Idêntico ao de cerâmicas gresificadas.
- *Queima:* A queima é a fase final do processo e na qual se manifestam os resultados dos processos de moagem e de compactação. Temperatura e tempo são os parâmetros fundamentais que devem ser avaliados atentamente para se alcançarem os objetivos pré-fixados, ou seja, a obtenção de um material vitrificado com baixa porosidade, mediante a aplicação de um ciclo de queima rápida, usualmente 50 a 70 min, a temperaturas da ordem de 1.200 a 1.230  $^{\circ}\text{C}$ .
- *Polimento*
- *Produto*

### 3.2.2. Aplicação

À aplicação de Argamassas colantes do tipo AC III- E é recomendada para os revestimentos do tipo grés porcelanato, por conta da baixa absorção de água no tardo da peça. A AC III já difere dos outros dois tipos previstos, AC I e AC II, pela quantidade de polímeros na dosagem, o que deixa a colagem mais química, usada mais em casos de uma absorção menor na placa, como o porcelanato tem uma porcentagem de absorção muito baixa, menos

que 0,3 %, a colagem é basicamente química, é usada uma argamassa AC III- E bi componente, um tipo especial da AC III, onde é utilizada dois produtos, além da argamassa em pó, um componente líquido para ser misturado.

A AC III- E bi componente é indicada nas seguintes situações:

- Assentar porcelanatos, mármore e granitos de variadas espessuras e de até 200x200 cm (40.000 cm<sup>2</sup>) em pisos de áreas internas e externas:
- Assentar porcelanatos slim (espessura inferior a 7 mm) com formatos 120x120 cm em fachadas limitadas a 20 andares. Para peças ou alturas maiores, recomenda-utilizar inserts metálicos e consultar o projetista de fachadas;
- Assentar pedras especiais (ex.: hijau, greenstone, hitam e lavastone) em pisos e paredes de áreas internas e externas, piscinas, áreas molhadas e saunas úmidas.
- Sobrepor revestimentos novos sobre antigos (piso sobre piso e azulejo sobre azulejo), como cerâmicas e porcelanatos, com tamanho máximo de até 140x140 cm (19.600 cm<sup>2</sup>) em pisos e paredes de áreas internas, e de até 100x100 cm (10.000 cm<sup>2</sup>) em pisos de áreas externas.
- Piscinas residenciais ou comerciais, aquecidas ou não.
- Saunas úmidas ou secas e pisos aquecidos até 70 °C.

### 3.3. Argamassa Colante

A NBR 14081-1:2015 define argamassa colante industrial como “produto industrial, no estado seco, composto de cimento Portland, agregados minerais e aditivos químicos que, quando misturado com água, forma uma massa viscosa, plástica e aderente, empregada no assentamento de placas cerâmicas para revestimento”.

As argamassas industrializadas são hoje o maior produto utilizado para a execução do assentamento de revestimento em placas cerâmicas, pela sua eficiência e pequena espessura, permitindo a racionalização de sua utilização e a redução dos custos (ROSCOE, 2008).

A argamassa utilizada para o assentamento do revestimento cerâmico é classificada basicamente em três tipos: AC-I, AC-II e AC-III, sendo diferenciadas pela resistência mínima adquirida quando analisada aos testes de arrancamento padrão, que é feito em três condições básicas do meio externo e interno onde aplica-se os revestimentos cerâmicos, na presença de umidade, em condições normais e em altas temperaturas (MATIAS, 2017).

A Tabela 1 apresenta os tipos e as nomenclaturas das argamassas, classificando-os em quatro grupos.

Tabela 1- Propriedades de argamassas industrializadas

Argamassa Colante Industrial AC - I	Possui características de resistência a solicitações mecânicas e termoigrométricas, aplicadas em ambientes internos com exceções de ambientes que apresentam variações de temperatura elevada.
Argamassa Colante Industrial AC – II	Com características de adesividade que permitem absorver os esforços internos e externos decorrentes de estados com variação de temperatura e variação de umidade.
Argamassa Colante Industrial AC – III	Apresenta alta resistência sendo superior a AC I e AC II, alta adesividade em condições adversas de chuva, vento e variação de temperatura. Retentor de água, de forma a garantir maior cura da pasta. Utilizada em saunas, piscinas, estudas e ambientes similares.
Argamassa Colante Industrial Tipo – E	Argamassa industrial que pode variar entre os tipos I, II e III. Com tempo de pega elevado, atendendo às necessidades da execução em questão.
Argamassa Colante Industrial Tipo – D	Argamassa colante industrial que pode variar entre os tipos I, II e III, com deslizamento reduzido

Fonte: NBR 14081:2012

A Tabela 2 apresenta as resistências mínimas ao teste de arrancamento das argamassas.

Tabela 2- Tipos de argamassas industrializadas

Requisito		Método de ensaio	Unidade	Critério		
				AC I	AC II	AC III
Tempo em aberto		ABNT NBR 14081-3	min	$\geq 15$	$\geq 20$	$\geq 20$
Resistência de aderência à tração aos 28 dias, em função do tipo de cura	Cura normal	ABNT NBR 14081-4	MPa	$\geq 0,5$	$\geq 0,5$	$\geq 1,0$
	Cura submersa			$\geq 0,5$	$\geq 0,5$	$\geq 1,0$
	Cura em estufa				$\geq 0,5$	$\geq 1,0$

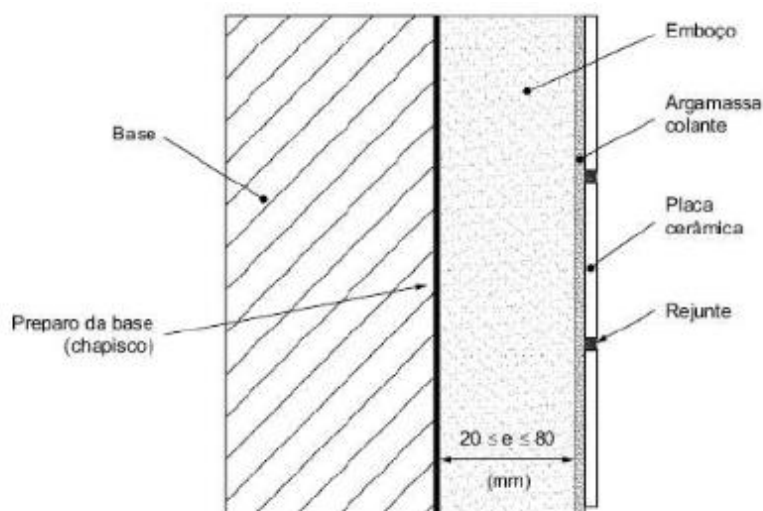
Fonte: NBR 14081:2012



## 4. CAMADAS DO REVESTIMENTO EXTERNO

O revestimento de fachada é composto por várias camadas, de modo que cada uma deve obedecer a diversos critérios de resistência e de aderência. A Figura 3 apresenta o posicionamento de cada uma delas.

Figura 3- Esquema do revestimento cerâmico aplicado sobre a base



Fonte: NBR 13755 (ABNT, 2017)

### 4.1. Base

A base é a superfície na qual são aplicadas as camadas de revestimentos do sistema de fachada, constituída, segundo a NBR 13577:2017, por materiais a seguir:

- a) concreto moldado *in loco*;
- b) concreto pré-moldado;
- c) alvenaria de tijolos maciços;
- d) alvenaria de blocos cerâmicos;
- e) alvenaria de blocos vazados de concreto;
- f) alvenarias de blocos de concreto celular;
- g) alvenarias de blocos sílico-calcários.

Na figura 4 mostra um exemplo de base em alvenaria de tijolos cerâmicos e de concreto moldado *in loco*, representado pelos elementos vigas e pilares da estrutura.

Figura 4- Base com estrutura em concreto armado e alvenaria com tijolo convencional.



Fonte: Arquivo do autor

No sistema de revestimento, além do estudo das camadas de argamassas colantes e acabamento, é importante também saber o tipo de base empregada. A análise da variação de volume de cada componente da base e a sua rigidez é essencial para sua durabilidade. Além disso, deve-se avaliar a capacidade de aderência, que está diretamente ligada à rugosidade do material. Portanto, o revestimento deve ser compatível com a natureza do substrato (ANTUNES, 2010).

#### **4.2. Chapisco**

O chapisco é a camada responsável por aumentar a rugosidade da superfície e regular a absorção do substrato. Dessa forma, segundo Lordsleem Jr (2010), fornece características como maior aderência e objetivando uma maior resistência entre a argamassa e o revestimento base.

De acordo com Baia e Sabbatini (2001), a aplicação do chapisco, que consiste em preparação da base, deve ser precedida da seguinte sequência:

- a) Limpeza do substrato;
- b) Eliminar as irregularidades superficiais;
- c) Remover as incrustações metálicas;
- d) Posterior aplicação do chapisco.

De acordo com a NBR 7200:1998, o chapisco deve ser aplicado com consistência fluida, assegurando facilidade de penetração da pasta de cimento de forma a melhorar a aderência superficial entre o revestimento e a base. Em termos executivos, a norma também regulamenta que o chapisco deve ser aplicado por lançamento, sem cobrir totalmente a base. A camada deve ser protegida da ação direta do sol e do vento, mantendo-se a superfície úmida por, no mínimo, 12h após a aplicação.

O chapisco deve ser escolhido em função da base. Os chapiscos são denominados quanto a forma de aplicação em três tipos distintos:

- a) **Chapisco lançado com colher:** argamassa de cimento Portland, areia e água, dosado adequadamente, apresentando alto desperdício pelo método de aplicação onde deve ser chapado, podendo ser aplicado sobre alvenaria e estrutura. A Figura 5 mostra a aplicação do chapisco convencional lançado com colher.

Figura 5- Chapisco convencional.



Fonte: Massareti argamassas

- b) **Chapisco desempenado:** argamassa industrializada semelhante à argamassa colante, com diferença no agregado miúdo que possui granulometria ligeiramente maior, aplicado com desempenadeira dentada sobre superfícies em concreto de forma satisfatória e produtiva.

Figura 6- Chapisco industrializado



Fonte: Matias, 2017.

- c) **Chapisco rolado:** composto por cimento Portland, areia e água, e adição de aditivos adesivos, aplicado com rolo em alvenaria convencional e também na estrutura de concreto.

Figura 7- Chapisco industrializado



Fonte: Matias, 2017.

### 4.3. Emboço

O emboço é a camada que receberá o assentamento das placas cerâmicas com a argamassa colante. Como todo aglomerante hidráulico, tem-se a necessidade de cura mínima para a aplicação do revestimento cerâmico, que é determinado em, no mínimo, 14 dias de cura do emboço para a aplicação do revestimento cerâmico conforme cita a NBR 13755:2017.

A argamassa utilizada em emboço, de acordo com Ambrozewick (2012), é a argamassa mista, composta por cimento Portland, cal e areia.

A figura 8 representa a superfície acabada para a aplicação do revestimento cerâmico com argamassa colante.

Figura 8- Emboço para revestimento cerâmico.



Fonte: Arquivo do autor

A camada de emboço deve possuir acabamento de forma que a resistência superficial atenda a preconização da NBR 13755:2017. O quadro 5 apresenta os requisitos e critérios de aceitação do sistema de revestimento.



Quadro 5- Resistência de aderência

Ensaio	Amostragem mínima	Resultado do ensaio MPa	Comentários
Resistência superficial	12 CP a cada 2 000 m <sup>2</sup>	Pelo menos oito CP $\geq 0,5$	Aprovado
		$0,3 \leq$ oito CP $< 0,5$	Consultar responsável pelo projeto
		Menos de oito CP $\geq 0,3$	Reprovado
Aderência das placas ao emboço	12 CP a cada 2 000 m <sup>2</sup>	Pelo menos oito CP $\geq 0,5$	Aprovado
		$0,3 \leq$ oito CP $< 0,5$	Consultar responsável pelo projeto
		Menos de oito CP $\geq 0,3$	Reprovado

Fonte: NBR 13755 (ABNT, 2017)

#### 4.4. Tela de reforço

Segundo Matias (2017), em revestimento externo de grande espessura, utiliza-se tela metálica galvanizada para garantir melhor resistência ao peso próprio do revestimento. A Figura 9 representa um corte esquemático da aplicação de tela metálica em um revestimento cuja espessura ultrapassou 5 cm.

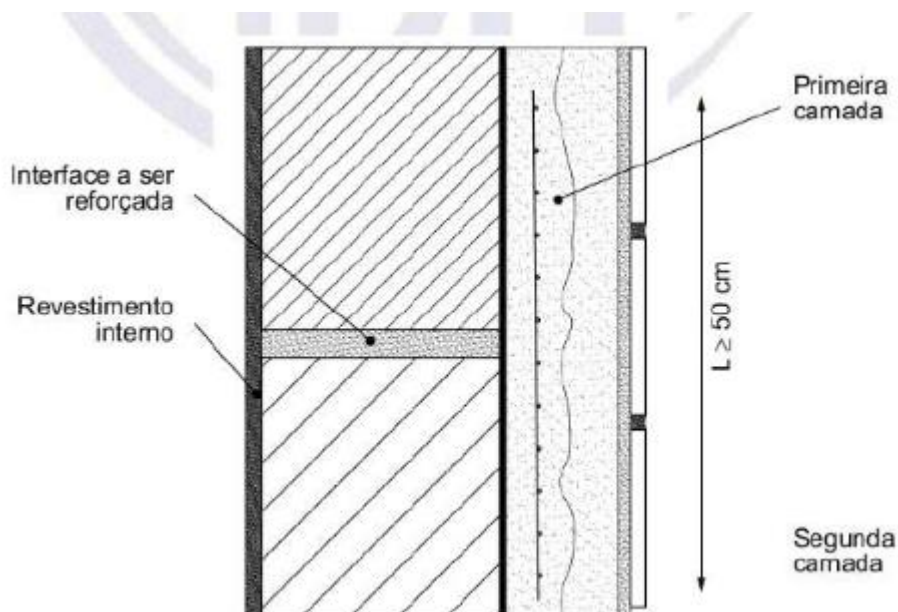
Figura 9- Corte representando as camadas do revestimento externo.



Fonte: Matias (2017)

De acordo com a NBR 13755:2017 o reforço com tela é usado para suportar cargas e para atenuar as fissuras. Os reforços para suporte de carga são aplicados, geralmente, quando ocorre uma espessura superior à permitida. A Figura 10 o posicionamento de uma tela para atenuação de fissuras.

Figura 10- Posicionamento de tela para atenuação de fissuras.



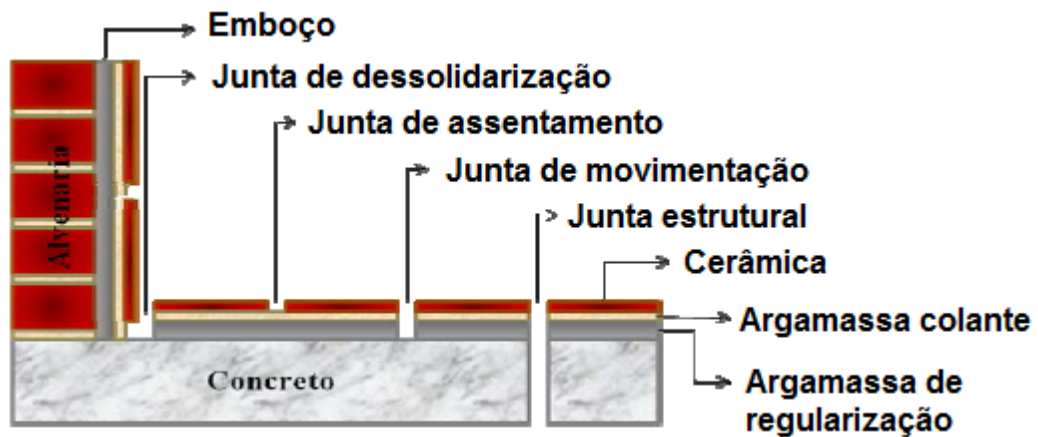
Fonte: NBR 13755 (ABNT, 2017)

As telas recomendadas para utilização são as metálicas com diâmetro mínimo de fio de 1,24mm (BWG 18), já a abertura de malha não pode ser inferior a 25mm. Além disso, as telas metálicas devem possuir galvanização de cada camada.

#### 4.5. Juntas

Junta é um sistema que interrompe a continuidade de materiais idênticos ou distintos. Para que o revestimento cerâmico de fachada obtenha o desempenho esperado é importante a previsão de juntas no projeto de fachada, que podem ser de vários tipos como: junta de assentamento, de movimentação e dessolidarização, pode-se incluir as juntas estruturais, porém estas fazem parte do projeto estrutural da edificação. A figura 11 ilustra bem os tipos de juntas existentes.

Figura 11- Tipos de Juntas



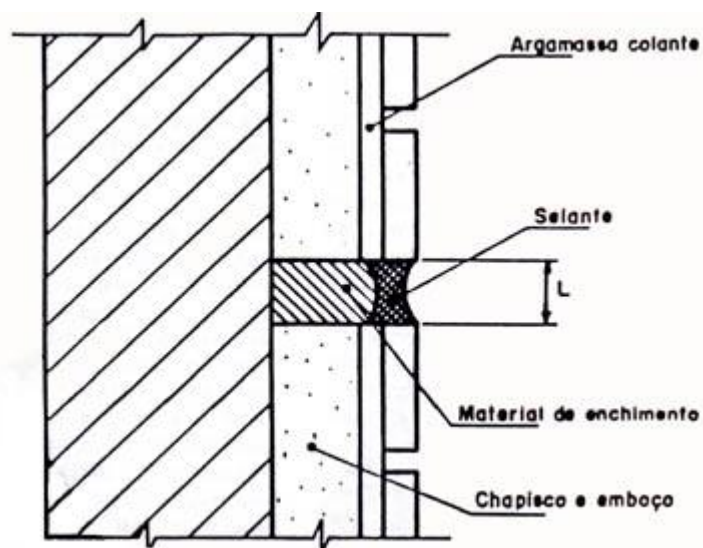
Fonte: Antunes (2010)

Uma das principais funções das juntas é absorver as tensões geradas pelas movimentações do sistema, que podem ter origem térmica, variação de umidade, ação de cargas dentre outras. Outro objetivo é que elas impeçam a entrada de água e ar no revestimento cerâmico e no suporte.

#### 4.5.1. Juntas de movimentação

A junta de movimentação é o espaço regular cuja função é subdividir o revestimento, para aliviar as tensões provocadas pela movimentação da base ou do próprio revestimento, conforme NBR 13755.

Figura 12- Corte na Camada externa da fachada, mostrando a junta.



Fonte: NBR 13755 (ABNT, 2017)

Observando a figura acima, as aberturas das juntas são preenchidas superficialmente por selantes à base de materiais poliméricos e abaixo destes há um material compressível para haver



uma correta cura do material. Devido à deformações máximas admissíveis e resistências ao intemperismo os materiais mais utilizados são selantes de poliuretano e os de silicone.

#### **4.5.2. Juntas de dessolidarização**

As juntas de dessolidarização, conforme a norma NBR 13.755 são necessárias para separar o revestimento de diferentes partes do sistema, aliviando as tensões provocadas por estes. A norma recomenda o uso dessas nos cantos verticais, nas mudanças de direções dos panos da fachada, no encontro de áreas revestidas com pisos e forros, colunas, vigas, ou com outros tipos de revestimentos, bem como onde houver mudança de materiais que compõem a estrutura-suporte de concreto para alvenaria.

#### **4.5.3. Juntas de assentamento**

A NBR 13755 admite a junta de assentamento como o espaço regular entre duas peças cerâmicas e que deve exercer várias funções descritas a seguir conforme Jungiger e Medeiros (2001) citado por Antunes (2010):

- Facilitar o assentamento das placas e seu ajuste na posição final correta;
- Reduzir o módulo de deformação do pano de revestimento, de modo a permitir a absorção de deformações sem que sejam geradas tensões prejudiciais;
- Disfarçar a variação dimensional intrínseca das placas cerâmicas, permitindo o alinhamento perfeito que não seria possível com junta seca;
- Permitir combinações estéticas que valorizem o conjunto final do revestimento;
- Evitar a entrada de água e elementos potencialmente prejudiciais por trás do revestimento; Facilitar a remoção e troca de placas que necessitem de reparo.

A largura das juntas de assentamento depende do tamanho e tipo de placas cerâmicas, normalmente os próprios fabricantes indicam o tamanho das juntas necessárias para a aplicação correta do produto.

## **5. PATOLOGIAS DE FACHADAS**

Uma patologia na construção, igualmente como é na área da saúde, é uma situação onde as funções de um sistema não apresentam o desempenho esperado. Essa condição desvaloriza e reduz o tempo de vida útil da edificação além de trazer inconvenientes para os usuários. Os problemas são identificados a partir dos sintomas patológicos apresentados pela edificação. Sabbatini (2001) afirma que considerando as etapas do processo de produção de edifícios, a

maior parte dos problemas patológicos que ocorrem ao longo de sua vida útil, tem origem nas fases de elaboração do projeto e execução. Segundo o autor a inexistência do projeto de RCF em que sejam definidas as características de cada camada do sistema, ou mesmo equívocos cometidos durante a fase de concepção, consideram apenas parâmetros arquitetônicos, que muitas vezes desconsideram aos requisitos básicos de execução. Sabbatini (1999) aponta dois fatores principais para as manifestações patológicas:

1. Falta de projetos que levem em consideração parâmetros de desempenho e que considerem as necessidades das etapas de produção.
2. Falta de domínio da tecnologia de produção dos revestimentos, mesmo aquelas existentes, por parte de toda a cadeia produtiva, começando pelos engenheiros e arquitetos e chegando até os assentadores.

Analisando a origem das patologias, podem ser classificadas em congênita, construtivas, adquiridas e acidentais. As congênitas estão associadas à fase de projeto, em função de desrespeitos às normas técnicas e omissões de profissionais, ou seja, mau detalhamento e concepções inadequadas de projeto e soluções arquitetônicas ou construtivas. As construtivas são aquelas que se originam fase de execução dos projetos, onde a falta de inspeções e treinamento de funcionários resulta numa má execução dos serviços solicitados.

As adquiridas são aquelas que surgem na fase de uso da edificação. Pode-se salientar que o uso de produtos inadequados na manutenção das fachadas é um fator que implica negativamente sobre o desempenho e vida útil da edificação. As acidentais são aquelas provenientes de eventos atípicos da natureza e/ou materiais. Este tipo de evento não é considerado em projeto e sua ocorrência em sua maioria leva a uma falha do sistema.

### **5.1. Deslocamento de revestimentos cerâmicos**

Esse tipo de patologia ocorre quando há a falha na junção entre placas cerâmica e argamassa de assentamento ou argamassa de assentamento com o substrato, geralmente gerado por tensões que ultrapassam o limite de resistência desses materiais. Este problema é caracterizado pelo destacamento de porções do revestimento, pontuais ou generalizados. A figura a seguir exemplifica esse tipo de patologia.

Figura 13- Destacamento ou descolamento do revestimento cerâmico de fachada



Fonte: <http://www.aecweb.com.br> acesso em março de 2020.

Segundo Roscoe (2008) “as situações mais comuns de descolamento costumam ocorrer por volta de cinco anos de conclusão da obra. A ocorrência cíclica das solicitações somada às perdas naturais de aderência dos materiais de fixação, em situações de subdimensionamento do sistema, caracterizam falhas que costumam resultar em problemas de quedas”. Em alguns casos pode não haver a queda dos componentes devido ao rejunte que dá sustentação entre as peças, porém quando há a percussão desses locais com martelo pode-se ouvir um som oco, sinal de que há vazios entre as camadas.

A natureza dos destacamentos pode ser compreendida como a causa para a ocorrência do defeito. Muitos profissionais terminam sua análise nesse ponto, porém para saber a origem real do problema, ou seja, porque há a existência de uma patologia desta natureza, tem de haver uma investigação mais profunda do problema.

Na análise do defeito Cheong (1992) enumera causas distintas:

1. Falha na aderência entre a placa cerâmica e a argamassa de fixação;
2. Falha de aderência entre argamassa de fixação e substrato;
3. Falha nas camadas do substrato;

Campante (2001) cita e completa análise com outros fatores importantes para a origem dos problemas de destacamento como:

- Materiais: retração, movimentos térmicos e causados por umidade, deformações estruturais e de fundações, reações álcali agregados e existência de falhas na camada de assentamento.
- Meio ambiente: movimentos térmicos cíclicos, ciclo molhagem-secagem, chuvas ácidas, poluição e raios ultravioletas.
- Construção: sequência de trabalho, falhas na mistura das argamassas, cura inadequada, falhas na preparação da superfície, acesso. revestimento.
- Projeto: seleção de material, mau projeto, especificação de trabalho, polímeros, tipo de mistura.

Na etapa de construção é muito importante acrescentar que há muita mão-de-obra despreparada no mercado da construção civil no Brasil. Há falta de qualificação e treinamento dos profissionais e isso representa uma origem evidente no problema dos destacamentos.

## **5.2. Gretamento, Trincas e fissuras**

Campante (2001) explica que quando ocorrem na placa cerâmica, define-se trinca como sendo a ruptura total do corpo cerâmico em duas ou mais partes após a sua fixação e possui aberturas superiores a 0,5mm. Gretamento é definido pelo autor como a fissuração (aberturas de 0,5 a 0,1mm) da camada de esmalte superficial da placa cerâmica.

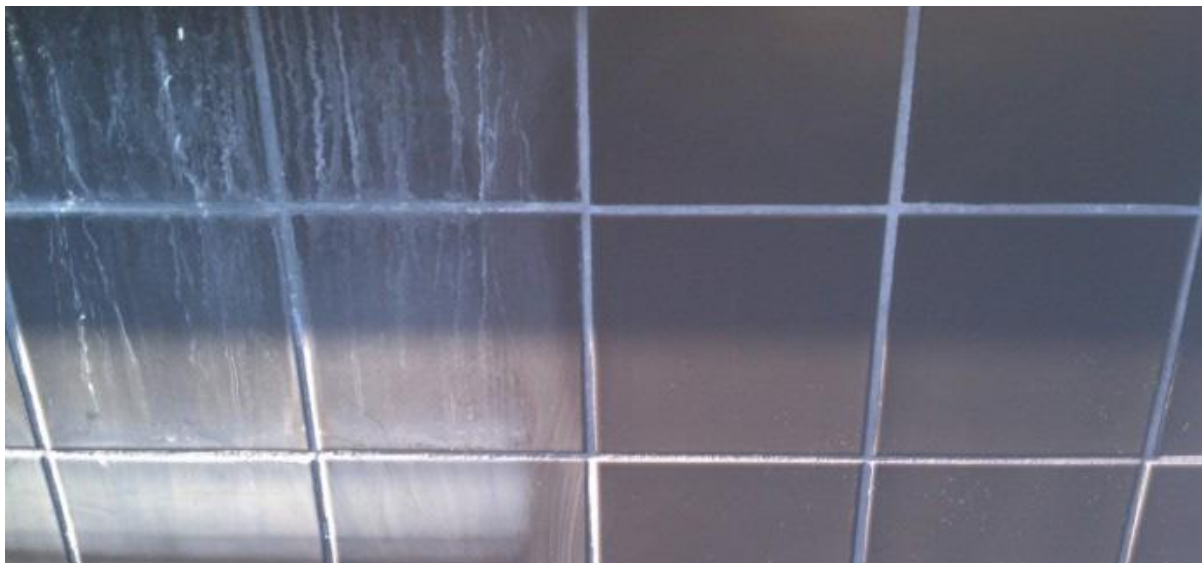
Trincas e fissuras quando ocorrem nas juntas entre placas cerâmicas se localizam principalmente entre o rejunte e a lateral das peças. Sabbatini,(2001) atribuem a esse tipo de patologia as seguintes causas:

- Dilatação e retração do componente cerâmico: podem ocorrer devido a variação térmica ou de umidade no corpo cerâmico, que geram um estado de tensões entre as camadas da placa cerâmica.
- Deformação estrutural excessiva: estas deformações podem introduzir tensões na alvenaria que, eventualmente, ficam submetidas à diferentes esforços que são completamente absorvidos e assim são distribuídos aos revestimentos.
- Ausência de detalhes construtivos: alguns importantes detalhes construtivos como as vergas e contravergas nas aberturas das janelas e portas; pingadeiras nas janelas e platibandas e as juntas de movimentação nos revestimentos, podem auxiliar no bom desempenho dos sistemas.

### 5.3. Eflorescência

Esse fenômeno é causado por três fatores igualmente importantes: teor de sais solúveis presentes nos materiais ou componentes do RCF, a presença de água e a diferença de pressão hidrostática para proporcionar a migração dos sais para a superfície. Na ausência de qualquer um desses fatores não se observa a patologia.

Figura 14- Eflorescência em pastilhas cerâmicas



Fonte: blogdoporcelanato.com.br, acesso em 2020.

Sabbatini (2001) apresenta algumas providências que podem ser tomadas para evitar o aparecimento das eflorescências como:

- Redução do consumo de cimento Portland na argamassa de regularização: o que é possível a partir de uma dosagem racional à exemplo do que vem ocorrendo com a produção dos contrapisos; ou ainda especificando cimento com baixo teor de álcalis para a produção destas argamassas;
- Utilização de componentes cerâmicos para revestimentos de qualidade garantida e isentos de umidade residual;
- Garantir o tempo necessário para completa secagem de cada camada constituinte do subsistema revestimento;
- Evitar o uso de ácido clorídrico (impropriamente chamada de “ácido muriático”) durante a limpeza do revestimento logo após a execução do rejunte. E, caso se faça, tem que ser com concentração fraca.

O autor diz que ao longo do tempo os sais são eliminados aos poucos e assim há uma tendência ao desaparecimento do fenômeno.

## **6. EXECUÇÃO DE DIAGNÓSTICO EM REVESTIMENTO CERÂMICO DE FACHADA**

As patologias são identificadas a partir das manifestações ou sintomas patológicos que modificam as funções e desempenho das edificações. A análise das manifestações patológicas em construções envolve a observação de grande quantidade de fatores e efeitos, que muitas vezes não se encontram diretamente ligados entre si. A visão do conjunto colabora para que se estabeleçam estas relações de causa e efeito. É fundamental ter uma visão holística, ou seja, do todo, pois conforme foi visto, o RCF é um conjunto de várias camadas com diversos materiais diferentes. O não conhecimento da amplitude do problema, da totalidade dos parâmetros envolvidos pode conduzir a conclusões erradas e conduzem a uma solução inviável e ineficaz conforme Campante (2001).

A falta de consideração da interação das camadas do RCF explica várias manifestações patológicas encontradas. “Diagnosticar pode ser entendido como um processo do qual é possível enfrentar um problema, visando a sua solução. Para isto, é necessário que se conheça a real dimensão dele e não apenas os seus sintomas. Deve-se visualizar os fatores que influenciam na existência do problema. Além disto é preciso que se reconheça e se quantifique esta influência. Desta forma, entende-se que durante o diagnóstico de um problema é necessário todo um processo de raciocínio que permita ao observador conhecer e avaliar a situação na qual o problema ocorreu, e que, desta maneira, possa planejar anteriormente as atitudes antes de pô-las em prática. Mas ainda, é prever o agravamento (ou ressurgimento) do problema, caso não se tenha atacado as origens deste” diz Campante (2001).

### **6.1. Levantamentos de subsídios**

Nesta etapa busca-se obter informações para que se possa compreender o problema apresentado. É necessário descrever de maneira geral as patologias apresentadas e relatar as evidências que provocaram o baixo desempenho do revestimento.

### **6.2. Vistoria no local**

Esta fase normalmente é iniciada após a reclamação ou pedido do morador ou dono da construção que apresenta algum tipo de patologia, necessitando de um profissional para que seja solucionado o problema. Esse passo é importante para a determinação da existência e da

gravidade do problema patológico onde na maioria das vezes é possível a verificação imediata ou não do problema.

### **6.3. Anamnese do caso**

Essa fase representa um levantamento do histórico da manifestação patológica. Procura-se estudar os fatores ocorridos durante a fase de construção do edifício e do seu uso que possam ter contribuído para a ocorrência da manifestação patológica e sua evolução com o decorrer do tempo. Ela é feita a partir de dados fornecidos por pessoas que participaram da construção do empreendimento, com fornecimento de documentos, notas fiscais, diários de obra etc., ou a partir de entrevistas com os usuários.

As informações dessa etapa são muito importantes, porém deve-se tomar cuidado e considerar que há muitos interesses envolvidos na investigação, tanto por parte dos construtores, como por parte dos usuários, principalmente em questões judiciais onde um diagnóstico é de grande importância para o processo.

Utilizam-se as informações encontradas nesta etapa para confrontar com as hipóteses feitas na etapa de vistoria do local afinando-as e permitindo um provável diagnóstico.

### **6.4. Exames complementares**

O uso de exames complementares é fundamental para o conhecimento da real extensão do problema. Os exames são divididos em laboratoriais e executados no local, os exames laboratoriais procuram definir as características dos materiais quanto à porosidade, coeficiente de dilatação, resistência de aderência, resistência a ataques químicos etc., sempre em função da patologia e da aplicação do material.

Podem ser ensaiadas as argamassas em relação ao tempo de vida útil, trabalhabilidade, capacidade de absorver deformações, resistência à compressão, entre outras. Os ensaios no local possuem em geral seu campo de amostragem em locais onde a patologia é encontrada e onde não se observa o fato. Os ensaios mais realizados no Brasil são a verificação de aderência da argamassa e da permeabilidade simulando uma chuva e da percussão de peças.

### **6.5. Pesquisa**

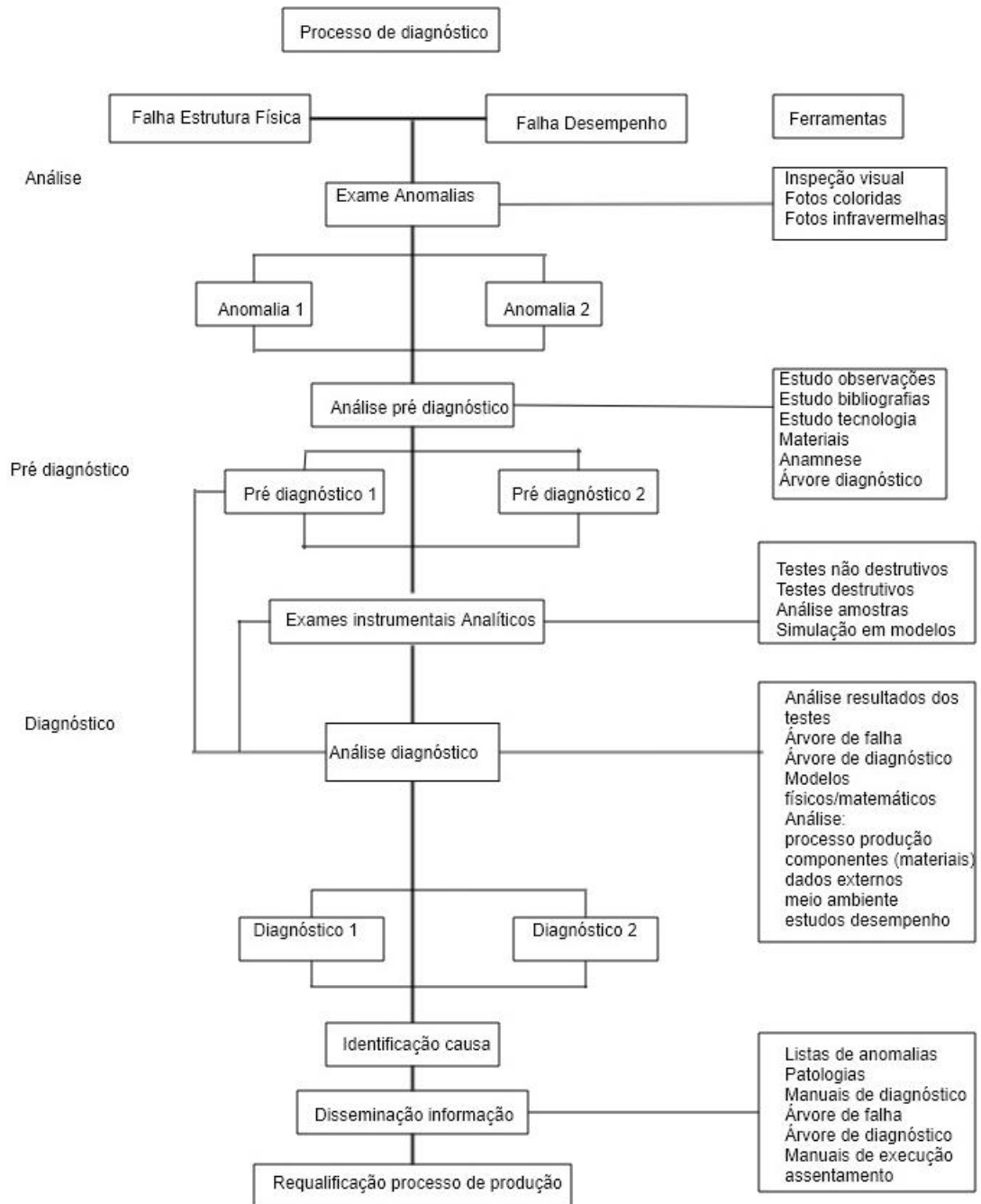
Essa fase só é executada se não for possível o diagnóstico da patologia e assim será necessária uma pesquisa em laboratório ou bibliográfica, para poder identificar as possíveis causas do problema.

### **6.6. Diagnóstico**

Os estudos devem ser conduzidos para a formulação do diagnóstico do problema que pode ser compreendido como o equacionamento do quadro geral da patologia existente. As patologias constituem um processo dinâmico e assim sendo, as manifestações, numa determinada época, podem apresentar um aspecto completamente distinto que numa outra, estando em constante evolução. O processo de diagnóstico consiste em três sub etapas: análise, pré-diagnóstico e o diagnóstico propriamente dito. Para o diagnóstico de destacamento de fachadas cerâmicas, objeto do estudo de caso deste trabalho, observe a figura 15.



Figura 15- Fluxograma para diagnóstico de patologias



Fonte: Campanti (2001)

## 7. EXECUÇÃO DE UMA FACHADA CONFORME A NBR 13755:2017

### 7.1. Projeto de fachada com revestimento cerâmico

O projeto de revestimento de fachada é obrigatório e, pela sua característica, deve ser desenvolvido por profissional legalmente habilitado e pode ser subcontratado ou desenvolvido internamente pela construtora, na forma de procedimentos. O projeto de revestimento visa produzir detalhes construtivos e especificações técnicas de materiais e métodos construtivos adequados a cada situação. As diversas camadas que compõem o sistema, se fossem de movimentação livre, apresentariam comportamento bastante diferenciado das camadas que apresentam quando integrados ao sistema, que impõem restrições e levam ao surgimento de esforços internos. Estes esforços tendem a ser tão mais expressivos quanto mais rígidas as camadas e, caso atinjam valores excessivos, podem levar ao surgimento de fissuras, perda de aderência e outros problemas.

O projetista entrega o caderno de especificação dos materiais, e o caderno de execução, além das plantas mostrando posições de juntas, colocações de telas metálicas entre outros detalhes.

### 7.2. Realização de ensaios para seleção de argamassa de chapisco, reboco e argamassa colante

Estes procedimentos e critérios orientam quanto à especificação inicial, preparação de painéis e ensaios para a **seleção do conjunto chapisco-emboço** a ser aplicado sobre alvenaria ou estrutura de concreto e **argamassa colante** para o assentamento de placas cerâmicas. A única maneira segura para se certificar da especificação da técnica de preparo da base, do conjunto chapisco-emboço e da argamassa colante é através da realização de ensaios de resistência de aderência em obra, ou seja, nas condições reais de execução.

Para cada conjunto de variáveis em questão exista pelo menos um painel de área não inferior a 2,0 m<sup>2</sup>. Assim, para cada fator em análise existe um painel e os outros quatro fatores são mantidos constantes. Estes painéis devem ser executados de forma controlada e inspecionada em regiões expostas às condições mais críticas com relação às intempéries (principalmente vento e insolação). Estes dados são de grande valia para a retroalimentação do PRF (Projeto de Revestimento de Fachada) e é recomendável que o painel teste seja executado com antecedência mínima de três meses do início do revestimento.

O processo de validação do painel teste deve ser feito por meio de ensaios de resistência de aderência à tração em idade não inferior a 28 dias. Este ensaio auxilia na detecção de eventuais incompatibilidades descritas na subseção anterior e mostrará, dentre as possibilidades ensaiadas em painéis distintos, qual a solução de melhor desempenho.

### 7.3. Planejamento dos trabalhos

Dentro do contexto geral do sistema de revestimento de fachada, é apresentada no quadro a seguir uma sugestão das etapas a serem seguidas no processo de assentamento, sendo estas uma sequência de subidas e descidas consecutivas dos serviços.

Quadro 6- Etapas típicas da produção do revestimento cerâmico

SUBIDA	Etapa	DESCIDA
Preparo da base (Anexo D) Fixação das alvenarias Posicionamento dos arames (quando no topo)	1ª	Lavagem da fachada Aplicação de chapisco Mapeamento
Inspeção do chapisco e taliscamento Inserção de reforços (quando especificado)	2ª	Execução do emboço Inserção de reforços (quando especificado)
Inspeção superficial e de som cavo	3ª	Assentamento das placas Limpeza grossa das juntas
Inspeção e correção de falhas no assentamento Verificação da limpeza das juntas	4ª	Rejuntamento Limpeza das juntas de movimentação
Limpeza grossa das placas Verificação da limpeza das juntas de controle	5ª	Limpeza final das placas Execução das juntas

Fonte: NBR 13755 (ABNT, 2017)

### 7.4. Inspeção

A eficácia da inspeção contribui para a qualidade dos serviços.

#### 7.4.1. Preenchimento do tardoz

Este critério de inspeção é um dos itens mais importantes do controle do processo de assentamento. Deve ser feita uma primeira amostragem da área em análise; se esta amostragem se mostrar adequada, a inspeção está concluída e o pano é aprovado. Entretanto, se a primeira

amostragem se mostrar inadequada, é realizada uma segunda amostragem, agora mais rigorosa e com maior número de amostras, na mesma área. Caso esta 2ª amostragem também se mostrar inadequada, toda a área em análise deve ser refeita. Cada amostra representa uma placa cerâmica e, no caso de pastilhas, a amostra pode ser uma combinação de pastilhas ou apenas uma pastilha individual. Esta definição deve ser estabelecida pelo responsável pela fiscalização, uma vez que depende do tipo de pastilha sendo utilizada.

Figura 16- Teste de arrancamento para verificar preenchimento do tardez



Fonte: Quartzolit

#### 7.4.2. Som cavo

Todas as placas devem ser analisadas por meio de percussão com instrumento não contundente (cabo de madeira, martelo de plástico duro) à procura de som cavo. Caso isto ocorra, a placa deve ser removida e reassentada.

Figura 17- Teste de percussão



Fonte: Renno Engenharia

### 7.4.3. Planeza

Na verificação do revestimento, devem ser considerados os desvios de planeza e os ressaltos entre placas cerâmicas, os desvios de planeza não podem superar 3 mm em relação a uma régua com 2 m de comprimento.

Figura 18- Uso de régua para verificar planeza



Fonte: Quartzolit

### 7.4.4. Alinhamento

O alinhamento das juntas de assentamento sofrerá variações de acordo com a diferença de tamanho admissível entre as placas cerâmicas. Desta forma, o desalinhamento máximo das bordas de duas placas adjacentes deve ser definido pela obra em comum acordo com o executor dos trabalhos, levando em consideração a característica geométrica das placas.

## 7.5. Aceitação e rejeição do revestimento

O revestimento deve ser aceito se atender a todos os requisitos desta Norma. De acordo com os resultados da inspeção, as áreas de revestimento que apresentem aspecto insatisfatório devem ser reexecutadas ou reparadas. A correção ou o reparo devem ser feitos após a identificação das causas prováveis dos problemas observados.

Todo revestimento reexecutado ou reparado deve ser novamente submetido à inspeção, devendo ser aceito se estiver em conformidade com esta Norma.

## 8. CONCLUSÃO

O mercado da construção cresceu muito nos últimos tempos e infelizmente a qualidade dos serviços caíram consideravelmente. A execução de uma fachada por ser composta de várias camadas e depender muito da correlação entre elas, facilita o surgimento de patologias, quando há mão de obra desqualificada. Esse trabalho induz o leitor a perceber essa complexidade do Revestimento Cerâmico da Fachada de forma que sua execução seja mais responsável, tanto na fiscalização como na especificação dos materiais.

Após a realização do presente estudo, pôde-se concluir que qualidade e sustentabilidade estão integradas, são dois aspectos que devem estar sempre alinhados. A execução dos revestimentos cerâmicos de parede respeitando os procedimentos de qualidade evita patologias que acarretam em desperdício e retrabalho, portanto, contribui para um serviço mais sustentável. O revestimento cerâmico apresenta qualidades como: ótima duração e baixa manutenção.

Os engenheiros responsáveis por uma obra que utiliza o sistema têm como obrigação garantir o máximo de durabilidade possível para esse revestimento. Com o lançamento da nova norma desempenho NBR 13755 (ABNT, 2017) essa obrigação se tornou mais clara e objetiva, ficando assim mais fácil para o usuário exigir, judicialmente, qualidade nas construções.

Trata-se de considerações importantes na construção de um revestimento cerâmico de fachada:

- Atendimento das exigências (dos usuários) de desempenho para os revestimentos cerâmicos durante a vida útil esperada para os mesmos;
- Otimização do binômio: benefícios X custos;
- Compatibilização dos riscos do surgimento de problemas patológicos com o preço dos revestimentos;
- Compatibilização da produção dos revestimentos cerâmicos com a produção dos demais revestimentos e outros subsistemas do edifício (estrutura, vedações, esquadrias, instalações, impermeabilização, etc.);
- Atendimento das necessidades para a obtenção da máxima eficiência na produção.
- Avaliação da transferência de tecnologia entre fabricantes, projetistas, construtores e assentadores do sistema de revestimento cerâmico em fachadas;
- A busca de novas tecnologias para a aplicação das placas cerâmicas em RCF;

Portanto deve-se haver um maior controle e consciência por parte dos profissionais e especificadores, para que haja qualidade e economia na construção civil e a diminuição de resíduos gerados pelas reformas necessárias quando não há eficiência do sistema empregado.

Por último, é evidente que mesmo com a melhoria das técnicas construtivas, compatibilidade dos projetos, capacitação da mão de obra e uso de materiais de qualidade, ainda assim, as manifestações patológicas podem continuar surgindo, dentre os motivos, aqueles inerentes às características intrínsecas dos próprios materiais. O diagnóstico precoce de patologias nas edificações é de fundamental importância, em especial nas fachadas, pois estas podem acarretar problemas em outros elementos, os quais possuem manutenção mais dispendiosa e métodos de execução mais complexos. Sendo indicado que toda edificação possua um programa eficiente de inspeção e manutenção para assegurar a durabilidade e a minimização de gastos.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 13755 – Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante: especificação, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 14992 – Argamassa a base de cimento Portland para rejuntamento de placas cerâmicas: Requisitos e métodos de ensaio, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 13818 – Placas cerâmicas para revestimento - Especificação e métodos de ensaios: especificação, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 13816 – Placas cerâmicas para revestimento - Terminologia: especificação, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 14081-1 – Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas - Requisitos: especificação, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – NBR 7200 – Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - Procedimento: especificação, 1998.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE CERÂMICA PARA REVESTIMENTO (ANFACER). Números do setor. Acesso em março de 2013.

ANTUNES, Giselle Reis. Estudo de manifestações patológicas em revestimento de fachada em Brasília - sistematização da incidência de casos. 2010. xxi, 178 f.: Dissertação (mestrado) - Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, 2010.

HOTZA, Dachamir. Tecnologia de Fabricação de Revestimento Cerâmico- Editora UFSC, 2015.



CAMPANTE, Edmilson Freitas. Metodologia de diagnóstico, recuperação e prevenção de manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos de fachada. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.

SABBATINI F.H, Medeiros J.S.,. Tecnologia de revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios / J.S. Medeiros, F.H. Sabbatini. -- São Paulo: EPUSP, 1999. 28 p. -- (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/246). São Paulo, 1999.

SABBATINI, F.H.; BARROS, M. M. S. B. Produção de revestimentos cerâmicos para paredes de vedação em alvenaria: diretrizes básicas. 2001. Revisão do relatório técnico, SABBATINI, F.H.; BARROS, M. M. S. B. Recomendações para a produção de revestimentos cerâmicos para paredes de vedação e em alvenaria - Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, R6-06/90 – EP/ENCOL-6, São Paulo, 1990.

OLIVEIRA, Gustavo Bizoto de Almeida. Estudo de caso de patologias em revestimento cerâmico em fachada. Brasília, 2013.

QUARTZOLIT. Uso de régua para identificar planeza. Disponível em: <<https://www.quartzolit.weber/>>

ROSCOE, Márcia Taveira. Patologias em revestimento cerâmico de fachada. 2008. Monografia para especialização em Construção – Escola de engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2008.

LORDSLEEM JÚNIOR, Alberto Casado. Contribuições ao processo de projeto para produção das vedações verticais: análise de escopo e interação estrutura – alvenaria- Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2010.

MATIAS, G.; TORRES, I.; FARIA, P. Argamassas de cal hidráulica natural com incorporação de resíduos cerâmicos. X Simpósio Brasileiro de Tecnologia das Argamassas. 2013. Fortaleza/CE.

AMBROZEWICZ, P.H.L. Materiais de Construção. São Paulo: Pini, 2012.

ROSCOE, Márcia Taveira. Patologias em revestimento cerâmico de fachada. 2008. Monografia para especialização em Construção – Escola de engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2008.