

JOÃO ANTONIO ALVES BARBOSA DE PAIVA

**“A IMPORTÂNCIA DO PROJETO DE REVESTIMENTO CERÂMICO DE  
FACHADA: ESTUDO DE CASO”**

**Belo Horizonte**

2017

JOÃO ANTONIO ALVES BARBOSA DE PAIVA

**“A IMPORTÂNCIA DO PROJETO DE REVESTIMENTO CERÂMICO DE  
FACHADA: ESTUDO DE CASO”**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Minas Gerais, como parte das exigências do Curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Produção e Gestão do Ambiente Construído para a obtenção do título de Especialista em Tecnologia e Gestão do Ambiente Construído.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Neves de Carvalho Júnior

**Belo Horizonte**

**2017**

**JOÃO ANTONIO ALVES BARBOSA DE PAIVA**

**“A IMPORTÂNCIA DO PROJETO DE REVESTIMENTO CERÂMICO  
DE FACHADA: ESTUDO DE CASO”**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado em 16 de fevereiro de 2017, ao Curso de Especialização em Tecnologia e Gestão do Ambiente Construído, aprovado pela banca examinadora constituída dos professores:

---

**Prof. Dr. Antônio Neves de Carvalho Júnior**  
UFMG – Escola de Engenharia

---

---

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por me dar saúde para conseguir alcançar meus objetivos. A minha Mãe e a Má pelo apoio e carinho. A Dindinha e a Vovó pela força que me dão, mesmo distantes. Ao meu Pai, a Nininha e a Tinha por iluminarem meu caminho. A Letícia pelo companheirismo em todos momentos.

E aos professores, funcionários e colegas da UFMG pela amizade durante a pós graduação, principalmente ao Prof. Dr. Antônio Neves de Carvalho Júnior pela orientação e paciência durante a minha pesquisa.

O meu muito obrigado a todos vocês.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2 OBJETIVO</b> .....	<b>14</b>
<b>2.1 Objetivo Geral</b> .....	<b>14</b>
<b>2.2 Objetivo específico</b> .....	<b>14</b>
<b>3 JUSTIFICATIVA</b> .....	<b>15</b>
<b>4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>16</b>
<b>4.1 Evolução Histórica do Revestimento Cerâmico</b> .....	<b>16</b>
4.1.1 Histórico sobre placas cerâmicas.....	16
4.1.2 Aspectos de fabricação das placas cerâmicas.....	18
<b>4.2 Revestimento em cerâmica</b> .....	<b>20</b>
4.2.1 Funções do Revestimento em Cerâmica .....	20
4.2.2 Propriedades do Revestimento em Cerâmica .....	21
<b>4.3 Projeto de Fachada</b> .....	<b>22</b>
4.3.1 A importância do Projeto de Fachada .....	22
4.3.2 Funções do Projeto de Fachada visando melhorar o desempenho .....	23
4.3.3 Etapas do Projeto .....	24
<b>4.4 Componentes do Sistema de Revestimento Cerâmico de Fachada que Devem Ser Especificados em Projeto</b> .....	<b>26</b>
4.4.1 Introdução ao revestimento cerâmico aderido.....	26
4.4.2 Base .....	29
4.4.3 Preparo de Base e Substrato .....	30
4.4.3.1 <i>Chapisco</i> .....	30
4.4.3.2 <i>Emboço</i> .....	32
4.4.4 Argamassa de assentamento.....	34
4.4.4.1 <i>Argamassas adesivas industrializadas</i> .....	35
4.4.4.2 <i>Pastas de resinas e resinas de reação</i> .....	38
4.4.5 Placa cerâmica .....	40
4.4.6 Tipos de juntas .....	40
4.4.6.1 <i>Junta de assentamento</i> .....	41
4.4.6.2 <i>Junta estrutural</i> .....	42
4.4.6.3 <i>Junta de movimentação ou dilatação</i> .....	44
4.4.6.4 <i>Junta de dessolidarização ou de união</i> .....	45
4.4.7 Rejunte .....	47
<b>4.5 Principais Patologias em Revestimento Cerâmico de Fachada</b> .....	<b>50</b>
4.5.1 Patologias em Revestimento Cerâmico de Fachada quanto a origem .....	51
4.5.2 Tipos de Patologias .....	53

4.5.2.1 Destacamento ou descolamento.....	53
4.5.2.2 Deterioração das juntas.....	55
4.5.2.3 Eflorescência.....	57
4.5.2.4 Gretamento.....	59
4.5.2.5 Mancha e bolor.....	59
4.5.2.6 Trinca e fissura.....	60
<b>5. METODOLOGIA .....</b>	<b>62</b>
<b>6. ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>63</b>
<b>6.1 Características da fachada.....</b>	<b>63</b>
<b>6.2 Principais patologias encontradas.....</b>	<b>65</b>
<b>6.3 Propostas alternativas de reparo para a patologia e conclusões .....</b>	<b>72</b>
<b>7 CONCLUSÃO .....</b>	<b>73</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>75</b>

## LISTA DE SIGLAS, SÍMBOLOS E UNIDADES

% - porcentagem

°C - Celsius

AC – Argamassa Colante

ANFACER - Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos, Louças Sanitárias e Congêneres

A. R. – Argamassa de Rejuntamento

ArqTeMa - Arquitetura, Tecnologia e Materiais

CII - Construction Industry Institute

cm – centímetro

CTBUH - Council On Tall Buildings and Urban Habitat

g - grama

ITC – Instituto de Tecnologia Cerâmica

Lo - comprimento inicial

m – metro

mm – milímetro

mm/m – milímetro por metro

MPa – mega Pascal

NBR – Norma Técnica Brasileira

PPP – Projeto para produção

RCF – Revestimento cerâmico de fachada

$\alpha$  - coeficiente de dilatação térmica

$\Delta L_t$  - dilatação térmica

$\Delta L_{eu}$  - expansão por umidade

$\Delta L_T$  – dilatação total

$\Delta t$  - variação da temperatura

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Detalhe dos revestimentos cerâmicos do Palácio de Comares, em Alhambra.
- Figura 2: Detalhes dos revestimentos cerâmicos do Palácio de Sintra.
- Figura 3: Edifício com revestimento cerâmico.
- Figura 4: Tipos de Moinho.
- Figura 5: Capacidade de influenciar o custo final de um empreendimento de edifício ao longo de suas fases.
- Figura 6: Fatores e agentes que influenciam na qualidade dos revestimentos cerâmicos de fachadas.
- Figura 7: Fluxograma geral das principais etapas do processo de projeto de RCF.
- Figura 8: Materiais e camadas constituintes mostrando os principais componentes do RCF.
- Figura 9: Conceito de Fachada Ventilada segundo norma italiana UNI 11018:2003.
- Figura 10: Chapisco convencional.
- Figura 11: Execução do emboço.
- Figura 12: Aplicação da argamassa na base.
- Figura 13: Aplicação da camada dupla.
- Figura 14: As juntas do revestimento cerâmico.
- Figura 15: Comportamento da cerâmica com a variação de temperatura.
- Figura 16: Juntas estruturais.
- Figura 17: Junta de movimentação.
- Figura 18: Junta de dessolidarização na mudança do plano do revestimento.
- Figura 19: Junta de dessolidarização nos cantos verticais do revestimento.
- Figura 20: Junta de dessolidarização na união de diferentes tipos de revestimento.
- Figura 21: Aplicação da argamassa de rejuntamento.
- Figura 22: Limpeza após o rejuntamento.
- Figura 23: Destacamento das placas cerâmicas.
- Figura 24: Deterioração das juntas.
- Figura 25: Eflorescências na fachada de um edifício.
- Figura 26: Aspectos assumidos pelo gretamento do esmalte cerâmico.
- Figura 27: Trincas na fachada.
- Figura 28: Edifício com revestimento cerâmico.
- Figura 29: Localização geográfica do edifício.



Figura 30: Pequenos panos em perfeito estado.

Figura 31: Quina afetada da fachada.

Figura 32: Estufamento encontrado nos andares inferiores.

Figura 33: Evidências de assentamento refeito.

Figura 34: Deslocamento da cerâmica na fachada leste.

Figura 35: Deslocamento da cerâmica na fachada oeste.

Figura 36: Cerâmicas que se soltaram da fachada.

Figura 37: Tardoz das cerâmicas que se soltaram da fachada.

Figura 38: Rejunte na parte central da placa cerâmica.

Figura 39: Manchamento abaixo das esquadrias

## LISTA DE QUADROS

Tabela 1: Camadas e materiais constituintes de RCF aderidos, tradicionalmente empregados no Brasil.

Tabela 2: Espessuras admissíveis de revestimentos internos e externos.

Tabela 3: Limites de resistência à tração (Ra) para emboço e camada única.

Tabela 4: Propriedades fundamentais para as argamassas colantes.

Tabela 5: Propriedades opcionais para as argamassas colantes

Tabela 6: Tipos de Argamassa de Rejuntamento e requisitos mínimos.

Tabela 7: Origem dos problemas patológicos

Tabela 8: Formas de manifestação da eflorescência.

Tabela 9: Certificado de especificações técnicas placas cerâmicas Quarter Marrom  
Café Matte

## RESUMO

A utilização do revestimento cerâmico data da antiguidade. Com o passar do tempo as funções desses revestimentos evoluíram e, atualmente, as Normas Técnicas Brasileiras apresentam propriedades que devem ser cumpridas pelos fabricantes dos materiais para que seja alcançado o resultado esperado, e o sistema de fachada cumpra a sua função perfeitamente. Uma etapa essencial no processo de construção é a realização do projeto de fachada evitando-se gastos desnecessários, perda de tempo e prevenindo-se patologias futuras que irão gerar um prejuízo no empreendimento. Este trabalho tem como objetivo mostrar como são frequentes as patologias de fachada e o que poderia ter sido evitado se a fachada estudada tivesse sido executada seguindo as normas para a construção de fachadas demonstrando a relevância e importância do Engenheiro Civil na execução do projeto. Para isso, foi realizado estudo de caso sobre as patologias em um revestimento cerâmico de fachada de um edifício residencial localizado na cidade de Araxá, Minas Gerais. A análise da fachada cerâmica mostra que ela é dividida em panos de grande e pequena extensão e que a única junta encontrada é a de assentamento. As principais, e mais graves, patologias encontradas na fachada são o estufamento e deslocamento. Essas estão localizadas nos panos maiores, de maior largura e incidência de sol durante o dia. Nos panos mais curtos foi encontrada apenas uma patologia, o manchamento abaixo das esquadrias devido ao maior escoamento de água sobre aquela área. Nas placas que já se deslocaram é possível perceber que em algumas áreas elas não apresentam nenhum sinal de argamassa e que o espalhamento da argamassa, não obedece um sentido único de aplicação. Além disso, os cordões que estão aparentes na fachada mostram que não houve o assentamento correto das placas. A ausência de detalhes construtivos simples como juntas de dessolidarização e movimentação deixa claro que o construtor não executou o projeto do revestimento cerâmico de fachada. A execução desse projeto minimizaria a ocorrência dessas patologias, que são rotineiras também em outros edifícios. Com isso não haveria necessidade de manutenções frequentes, reduzindo custos e melhorando a imagem e caixa da empresa. **Palavras-chave:** Projeto de revestimento cerâmico de fachada. Detalhes construtivos do revestimento cerâmico de fachada. Patologias em revestimentos cerâmicos de fachada.

## 1 INTRODUÇÃO

A construção civil tem sido criticada pela incapacidade de alcançar níveis de desempenho similares a outros setores da engenharia. Em diversos países já se observa uma movimentação para que seja melhorado o setor da construção civil. Com a globalização, ocorreu um maior intercâmbio de informações que antes não ocorria. (GRILO & MELHADO, 2003).

Ao longo dos anos na engenharia civil houve um grande desperdício de materiais, não se realiza o planejamento necessário para a correta execução do empreendimento e procura-se economizar nos projetos para que a obra seja executada com um baixo orçamento.

Na prática, o que ocorre é exatamente o inverso do que estes construtores pretendem fazer quando seguem estes procedimentos citados. Obras sem os projetos bem executados e o planejamento bem feito, extrapolam o custo e o prazo, não trazendo o lucro que era esperado no começo do empreendimento devido a problemas que surgem durante e após o término da obra, e com isso saem prejudicados o construtor e o cliente final.

As relações duradouras, os métodos de seleção qualitativos, o envolvimento dos projetistas na tomada de decisão estratégica, a contratação precoce do construtor e remunerações tendem a favorecer a cooperação entre os agentes (GRILO & MELHADO, 2003). E pesquisas mostram que essa integração evidencia vários benefícios (ALBANESE, 1994), como: menos retrabalho; melhoria na qualidade; menos alterações de projeto; custos de construção menores; entre outros, trazendo assim um maior lucro ao empreendimento.

O foco deste trabalho é em um ponto específico das edificações, a fachada. Mais especificamente a fachada de revestimento cerâmico.

Será abordado a evolução histórica do revestimento cerâmico, como ele era no passado e no que ele se tornou hoje com a ajuda da tecnologia, mostrando alguns aspectos de fabricação, as funções que eles têm no revestimento de fachada e quais são suas propriedades.

Outro ponto abordado, será a importância da execução do projeto de fachada na construção de edifícios, mostrando todos os componentes do sistema de revestimento de fachada que devem ser especificados no projeto para que o planejamento e a execução da fachada sejam feitos corretamente. Procurando

assim, fazer com que seja minimizado os erros e evitar que surjam patologias ao longo da vida útil do empreendimento.

Serão citados também as principais patologias que surgem nas fachadas cerâmicas, e o que foi preponderante para a causa delas. Um estudo de caso de um edifício que apresentou problemas logo no começo de sua vida útil será apresentado. Mostrando assim que se a fachada tivesse sido executada seguindo um projeto, certamente estes problemas poderiam ter sido evitados.

## **2 OBJETIVO**

### **2.1 Objetivo Geral**

Este trabalho tem como objetivo mostrar o que é o revestimento cerâmico de fachada, detalhar cada componente necessário no projeto de fachada e apresentar as patologias mais comuns nos revestimentos cerâmicos, para que se tenha em mente a real importância de um projeto de fachada.

### **2.2 Objetivo específico**

- I. Contribuir com subsídios aos estudantes de engenharia e projetistas, para que os projetos de fachada sejam executados com todas as informações necessárias, tentando assim, fazer com que as patologias que ocorrem rotineiramente nas fachadas de edifícios surjam cada vez em menor número. E quando surgirem, o profissional tenha material necessário para identificá-las e tratá-las.
- II. Apresentar para os construtores o quanto importante é o projeto de fachada, e como ele pode reduzir prejuízos no futuro.

### **3 JUSTIFICATIVA**

O presente trabalho se justifica por apresentar a relevância de se especificar e detalhar os componentes do sistema de revestimento de fachada cerâmica para correta execução do projeto. Além disso, se justifica por mostrar para os construtores a importância de se realizar o projeto de fachada, para que não ocorram gastos desnecessários, perda de tempo e para evitar patologias futuras que irão gerar um prejuízo no empreendimento.

A apresentação do estudo de caso exemplificará como são frequentes as patologias de fachada e o que poderia ter sido evitado se a fachada estudada tivesse sido executada seguindo as normas para a construção de fachadas demonstrando a relevância e importância do Engenheiro Civil na execução do projeto.

## 4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1 Evolução Histórica do Revestimento Cerâmico

#### 4.1.1 Histórico sobre placas cerâmicas

A cerâmica é o material artificial mais antigo produzido pelo homem. Do grego "kéramos" ("terra queimada" ou "argila queimada"), frequentemente encontrado em escavações arqueológicas, é um material de grande resistência. Pesquisas apontam que a cerâmica é produzida há cerca de 10.000 a 15.000 mil anos (ANFACER).

Quando o homem finalmente saiu das cavernas e se tornou um agricultor, ele percebeu a necessidade de buscar abrigo e também de recipientes para conservar água, alimento e as sementes para o próximo plantio. Estas vasilhas tinham que ser de fácil execução, impermeáveis e resistentes, o que foi encontrado na argila, deixando assim pistas do surgimento dos materiais argilosos há milhares de anos antes da Era Cristã (ANFACER).

Com o total poder na manipulação da argila, o homem começou a utilizá-la como revestimento na construção civil por volta de 500 a.C, e durante muitos séculos foi um material de uso bem restrito devido ao seu alto custo. (CORPO TÉCNICO DA CERÂMICA PORTO FERREIRA, 2000)

Falar sobre as peças cerâmicas na construção civil sem citar Portugal é impossível, mas até chegar lá o azulejo percorreu um longo caminho saindo das áreas adjacentes ao atual Irã, onde se utilizava blocos de argila na estruturação das edificações e mais à frente o uso de tijolos, que já se podia notar a preocupação com a estética. (SIMÕES, 1990) (MELLO, 2015).

Ainda no Oriente Médio, no século XII, os chineses inauguraram as primeiras olarias em território islâmico, nessas olarias eram produzidas as cerâmicas vidradas trabalhadas a quente, da qual irá nascer azulejo. Em pouco tempo o material atravessou o Médio Oriente chegando na Espanha e Itália (SIMÕES, 1990; MELLO, 2015).

Foi da Espanha, que os mosaicos em cerâmica (Figura 1) utilizados nas decorações dos palácios muçulmanos encantaram o rei de Portugal, D. Manuel, na ocasião de sua visita à Alhambra (MELLO, 2015).





**Figura 1:** Detalhe dos revestimentos cerâmicos do Palácio de Comares, em Alhambra.

**Fonte:** MELLO,2015.

Na segunda metade do século XV com a chegada dos azulejos quadrangulares à Portugal, foi construído o Palácio Nacional de Sintra (Figura 2). E foi essa chegada dos azulejos em Portugal, juntamente com a descoberta do Brasil pelos portugueses que fez com que o material chegasse ao Brasil no século XVII. (MELLO, 2015).



**Figura 2:** Detalhes dos revestimentos cerâmicos do Palácio de Sintra.

**Fonte:** MELLO,2015.

O uso do azulejo no Brasil tornou-se mais comum no século XIX, se mostrando um excelente revestimento para o nosso clima. Edificações em muitas cidades brasileiras começaram a apresentar o colorido alegre das cerâmicas (ANFACER).

Segundo a ANFACER, o Brasil é hoje o segundo maior produtor e o segundo maior produtor de revestimentos cerâmicos no mundo. A cada ano aumenta a produção e o consumo, e tudo isso agregado a uma melhora significativa na qualidade. Com esse aumento, os construtores começaram a ver o material de forma diferente e começaram a utilizá-lo como revestimento em fachadas, em diferentes formatos e cores (Figura 3).



**Figura 3:** Edifício com revestimento cerâmico. **Fonte:** Arquivo Pessoal.

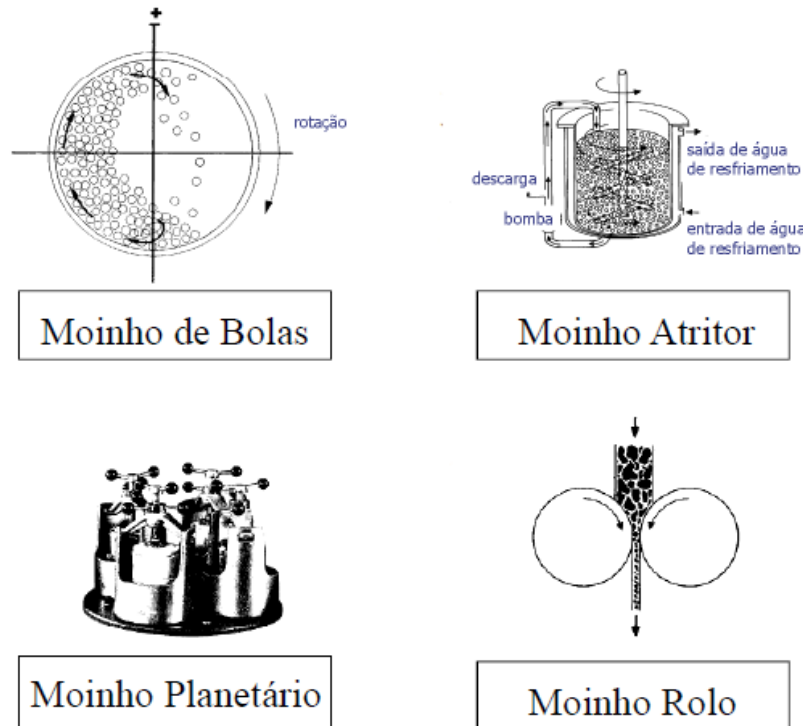
#### *4.1.2 Aspectos de fabricação das placas cerâmicas*

A fabricação das placas cerâmicas seguem um processo produtivo bem simples de seis fases: exploração das jazidas, tratamento da matéria prima, moldagem, secagem, queima e aplicação do vidrado.

Na fase de exploração da jazida, é feito a caracterização do solo para que o fabricante do material saiba exatamente com qual material ele irá trabalhar. Com isso, já se sabe qual a qualidade do material, se será necessário a mistura de algum outro tipo de solo para melhorar o que foi encontrado na jazida e também quais equipamentos serão utilizados na exploração deste material.

Alguns aspectos como a conformação do material, localização e acesso a jazida, facilidade do transporte para a fábrica e a possibilidade de se executar uma barragem para armazenar os rejeitos gerados pela barragem devem ser observados para se saber a viabilidade de se utilizar aquela jazida para a produção de materiais cerâmicos.

Para o tratamento da matéria prima é feito a moagem do material, que pode ser seca ou úmida. Este processo é normalmente executado no Moinho Atritor, Moinho de Bolas, Moinho planetário ou Moinho Rolo exemplificados na Figura 4.



**Figura 4:** Tipos de Moinho.  
**Fonte:** BARROS FILHO, 2016

A moldagem das peças cerâmicas é feita a seco ou semi-seco por meio de prensas. Para se ter um bom resultado a prensa deve estar com uma alta pressão e o material deve ser de forma esférica e granulometria variada, para que os vazios possam ser preenchidos e fabricação do produto alcance as normas de fabricação (BARROS FILHO, 2016).

Na fase de secagem do material é onde ocorre a retirada de grande parte da umidade do material, a umidade restante será retirada na fase da queima do material. Esta secagem deve ser controlada, caso ela esteja ocorrendo muito rápida pode ocorrer uma retração excessiva e desuniforme do material e gerar fendas e deformações no produto (CARVALHO, 2008).

É durante a fase da queima que ocorrem as transformações estruturais da argila, havendo necessidade de uma marcha típica de aquecimento e resfriamento do produto.

Existem três estágios durante a queima:

- A desidratação ocorre por volta dos 700°C, é onde ocorre a evaporação de toda a água livre e a queima da matéria carbonosa;

- A oxidação ocorre por volta dos 900°C, que faz com que a matéria fique mais estável;
- A vitrificação ocorre por volta dos 1200°C, formando um vidro que ocupa os vazios do material, aumentando assim sua resistência e reduzindo sua permeabilidade.

A queima pode ser rápida ou lenta, sendo que a queima rápida tem um custo menor, mas tem uma perda na qualidade, já a queima lenta tem um maior custo, mas o produto tem qualidade maior se comparado com a lenta. Os fornos utilizados podem ser intermitentes ou contínuos, sendo os contínuos mais modernos (CARVALHO, 2008).

Nos dias de hoje, existem três tipos de queima:

- Monoqueima, que é o método mais atual que existe, onde a massa e o esmalte são queimados juntos;
- Biqueima, onde primeiro se faz a queima da base do produto e após a aplicação do esmalte se faz outra queima;
- Terceira queima, é utilizado quando o produto necessita de aplicações de materiais especiais como granilhas, ouro e prata, após a segunda queima é feita a adição destes materiais para ocorrer a terceira queima.

Com todos estes processos executados o material é embalado e está pronto para ser transportado e comercializado.

## **4.2 Revestimento em cerâmica**

### *4.2.1 Funções do Revestimento em Cerâmica*

O revestimento com placas cerâmicas além de decorativo tem funções além do aspecto estético e do aspecto visual agradável. Para o perfeito funcionamento das fachadas em revestimento cerâmico, algumas funções devem ser atendidas pelos materiais que serão utilizados.

Segundo Ribeiro e Barros (2010), por ficar exposta à ação de intempéries, a fachada é a estrutura de revestimento mais solicitada do sistema de uma edificação, principalmente pela variação de temperatura e umidade. Assim, o conjunto deve ser

dotado de características e propriedades que lhe permita resistir às tensões a que estará sujeito, cumprindo, dessa forma, parte de suas funções.

De acordo com Ribeiro e Barros (2010) as principais funções que o revestimento cerâmico de fachada deve atender são:

- Qualidade no acabamento final, para que o elemento fique com uma beleza estética e agrade a todos;
- Alta durabilidade, para evitar manutenções a curto prazo;
- Fácil limpeza, devido a exposição no dia a dia a poluição presente nas cidades que acabam sujando o revestimento;
- Isolamento térmico e acústico, diminuindo assim a variação de temperatura e a transferência de ruídos da parte externa para a interna e vice-versa;
- Proteção dos elementos de vedação, para que não possa danificar os elementos utilizados para vedar a área interna dos edifícios;
- Ser estanque a água, para não permitir que a água das chuvas e utilizada na limpeza do revestimento infiltre pela fachada e acabe danificando o edifício;
- Ter alta resistência ao fogo, para que caso ocorra um incêndio o fogo não ultrapasse com velocidade o sistema de fachada.

Para que estas funções sejam cumpridas, deve-se atender alguns requisitos desde a fase do planejamento e escolha correta do revestimento cerâmico, a utilização de um material que atenda aos requisitos da norma e tenha uma boa qualidade, a perfeita execução de todos os sistemas da fachada e também depois da execução seja feita uma manutenção adequada no revestimento.

#### *4.2.2 Propriedades do Revestimento em Cerâmica*

A NBR 13818 (1997), Placas cerâmicas para revestimento – Especificação e métodos de ensaios fixa dentre outros itens, as características exigíveis para fabricação, métodos de ensaio e a aceitação de placas cerâmicas para revestimento.

Segundo Bauer (2008), as propriedades mais importantes das argilas são a plasticidade, a retração e o efeito do calor. Já nas cerâmicas, o interesse se situa no peso, resistência mecânica, resistência ao desgaste, absorção de água e duração.

Para a correta especificação da cerâmica a ser utilizada nos projetos de revestimento cerâmico de fachada, devem ser do conhecimento do projetista algumas características que são citadas na NBR 13818 (1997), como aspecto superficial; características físicas e químicas. Entre as características físicas é importante conhecer a absorção de água; a carga de ruptura e módulo de resistência à flexão; a resistência ao gretamento para placas cerâmicas esmaltadas (não se aplica aos produtos declarados como efeito de “craquelê” proposital); expansão por umidade; resistência ao impacto. E entre as características químicas a resistência a manchas e a resistência aos agentes químicos.

Ela cita também alguns casos de uso específico e observa que para as fachadas uma importante característica que deve ser observada é a expansão por umidade.

### **4.3 Projeto de Fachada**

#### *4.3.1 A importância do Projeto de Fachada*

De acordo com Xavier (2005), projeto é um processo único, que consiste de um grupo de atividades planejadas e controladas com datas de início e término, tendo em vista o alcance de um objetivo conforme requisitos específicos, incluindo limitações de custo, tempo e recurso.

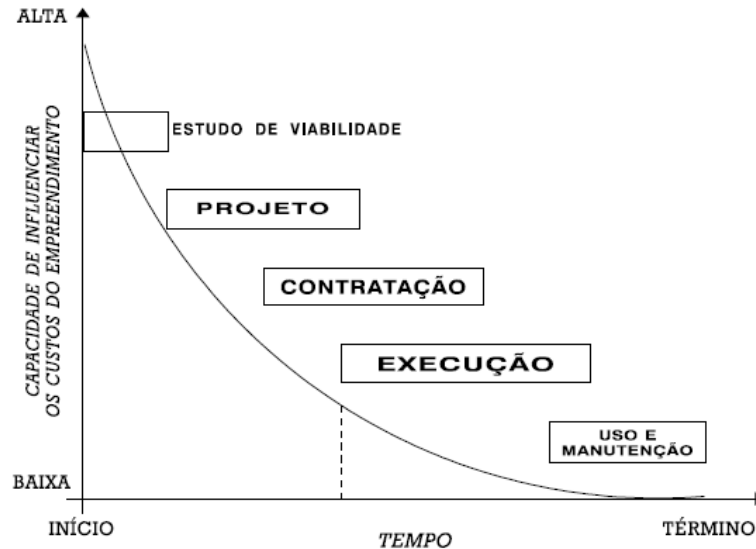
Na construção civil cada empreendimento faz parte de um projeto, e dentro deste engloba-se vários outros como o estrutural, de fundação, elétrico, hidrossanitário, de revestimento de fachada, dentre outros.

Para atender à necessidade de transmissão das características físicas e tecnológicas da obra, o projeto deve ser entendido como mais do que elaboração de desenhos e memoriais descritivos.

O projeto não pode ser compreendido apenas como ele é visto pela arquitetura ou especialidades da engenharia, mas sim como uma atividade multidisciplinar, envolvendo desde análises de marketing, análise de custos, até decisões acerca da tecnologia e do processo de produção. (Melhado, 1995, n.p.).

Segundo Melhado (1994), para a obtenção da qualidade na construção civil, é de fundamental importância que o empreendedor valorize a fase de projeto. Para defender este ponto de vista, ele cita as considerações que foram feitas pelo grupo do Construction Industry Institute – CII sobre as importâncias das fases iniciais do

empreendimento. São as análises críticas e soluções encontradas nestas fases, que tem a capacidade de reduzir o custo final do empreendimento. Influência esta, que é ilustrada na Figura 5.



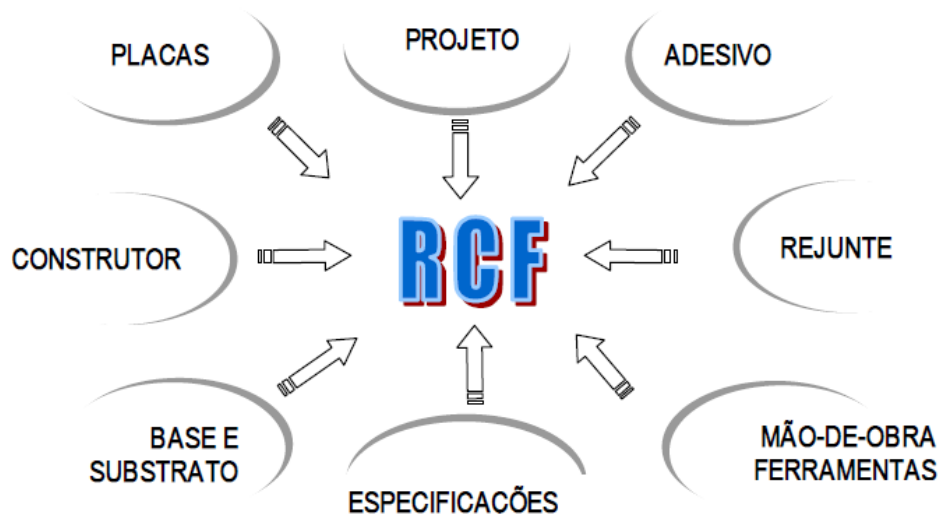
**Figura 5:** Capacidade de influenciar o custo final de um empreendimento de edifício ao longo de suas fases. **Fonte:** CII, 1987 apud MELHADO, 1994.

#### 4.3.2 Funções do Projeto de Fachada visando melhorar o desempenho

Segundo Roscoe (2008), em várias situações o revestimento cerâmico é entendido como apenas um material decorativo, e sua especificação nos projetos é muita precária, sem as informações necessárias para um bom projeto. Informações estas, que têm de estar presentes no projeto construtivo e devem contemplar todos os parâmetros necessários para que se possa ser executado com qualidade o revestimento cerâmico de fachada de edifícios.

O CTBUH (1995 apud MEDEIROS & SABBATINI,1999) afirma que a não consideração de algum elemento de projeto, mesmo que possa parecer uma coisa bem simples, pode afetar a qualidade da execução da fachada, afetando seriamente a construção e em algumas situações, pode se tornar muito difícil a correção deste problema. A Figura 6 mostra os principais fatores determinantes para a obtenção da qualidade dos revestimentos cerâmicos de fachadas.





**Figura 6:** Fatores e agentes que influenciam na qualidade dos revestimentos cerâmicos de fachadas. **Fonte:** WALTERS, 1992 apud MEDEIROS & SABBATINNI, 1999

Por estarem expostos as variações climáticas, como variações extremas de temperatura e chuvas, as placas cerâmicas nos revestimentos de fachada devem ter propriedades relacionadas a variação de temperatura e capacidade de absorção de água com qualidade superior aos revestimentos cerâmicos utilizados nas partes internas dos edifícios. Mas não só a placa cerâmica deve ser especificada no projeto de revestimento, as argamassas que são utilizadas no chapisco e emboço servindo como substrato para a aplicação, incluindo os adesivos, argamassas adesivas, tipos de juntas e o rejunte também devem ser especificados para que se alcance um bom resultado ao final do processo de execução da fachada.

Roscoe (2008) lembra que ao especificar um determinado produto e acrescentar as palavras “ou similar”, deve ser requisitado ao construtor a apresentação dos laudos técnicos que comprovem a similaridade com o material que foi especificado.

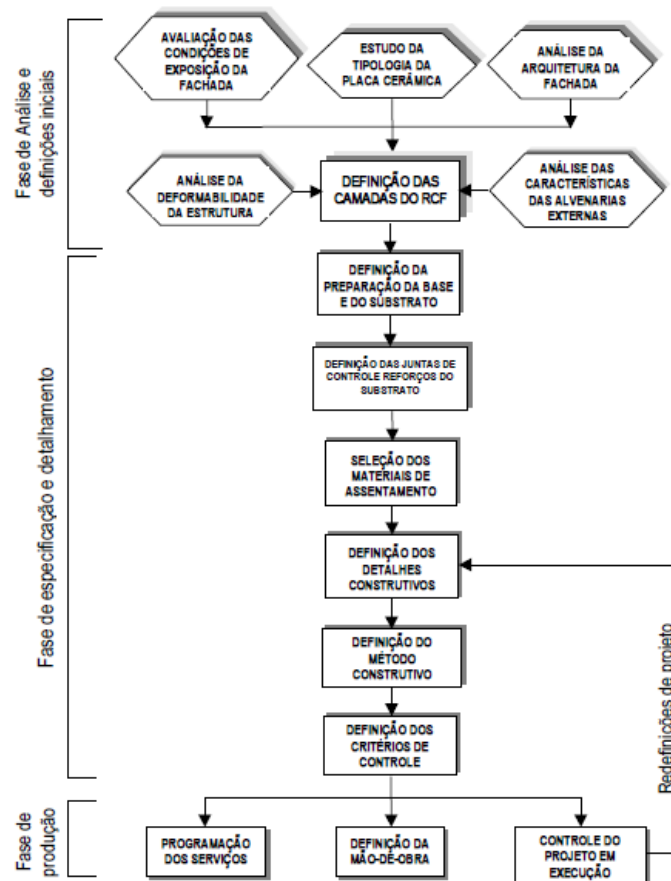
#### 4.3.3 Etapas do Projeto

O desenvolvimento do projeto para produção do Revestimento Cerâmico de Fachada é necessário não só por questões técnicas, mas também por questões econômicas. O projeto deve definir as etapas para permitir o perfeito planejamento das atividades e também o controle da qualidade dos processos dos materiais e da execução. Não se deve considerar cada camada do sistema separadamente, e sim



como um conjunto que irá trabalhar desde a base até o revestimento cerâmico, lembrando sempre que cada material tem um comportamento, e isso deverá ser analisado e respeitado cuidadosamente.

Medeiros e Sabbatini (1999) dizem que a elaboração do projeto para produção do Revestimento Cerâmico de fachada requer a consideração de muitas variáveis, e que algumas delas ainda são conhecidas por uma parte restrita dos engenheiros. Porém, com base no conhecimento do comportamento dos revestimentos cerâmicos, se torna possível organizar uma série de informações que devem ser consideradas para a elaboração de um projeto que atenda o desempenho esperado. Eles criaram um fluxograma (Figura 7) que define as principais etapas do projeto. Os eventos estão ordenados cronologicamente, mas deve haver a retroalimentação entre os diferentes estágios do processo.



**Figura 7:** Fluxograma geral das principais etapas do processo de projeto de RCF.

**Fonte:** MEDEIROS & SABBATINI, 1999.

No estudo Medeiros e Sabbatini (1999), definem o que deve ser considerado em cada fase para que o projeto seja feito da melhor maneira possível, pensando em todas as variáveis possíveis.

Na **Fase de Análise e Definições Iniciais** considera-se principalmente a exequibilidade do projeto, analisando-se as soluções possíveis para o problema. O resultado desta fase é um conjunto de definições e alternativas potenciais de solução e o estabelecimento de uma concepção geral para o projeto. São consideradas nesta análise as definições do projeto de arquitetura, as condições de exposição da fachada, bem como a avaliação da deformabilidade e outras características das bases dos RCF.

Na **Fase de Especificação e Detalhamento** procura-se descrever e caracterizar a solução do projeto com base na tecnologia disponível e normalização pertinente. Após a definição genérica das camadas, as atividades a serem desenvolvidas consideram as especificações necessárias, desde a preparação da base até os critérios de controle de produção, passando pela definição de juntas e reforços, seleção de materiais de assentamento, métodos e detalhes construtivos.

Na **Fase de Produção** deve ocorrer a implantação do PPP na obra e a verificação prática das soluções projetadas, primeira em escala piloto depois em regime de trabalho. São definidos também os parâmetros a serem considerados para a programação dos serviços e definição da mão-de-obra, incluindo-se até as ações de apoio do projetista à produção do RCF. (Medeiros & Sabbatini, 1999, p. 22.)

#### **4.4 Componentes do Sistema de Revestimento Cerâmico de Fachada que Devem Ser Especificados em Projeto**

##### *4.4.1 Introdução ao revestimento cerâmico aderido*

Segundo Medeiros e Sabbatini (1999), há várias maneiras de se classificar os diversos revestimentos cerâmicos empregados nas fachadas de edifícios. Uma das maneiras é de acordo com a técnica construtiva utilizada na sua produção ou pela forma de como os revestimentos se comportam após serem aplicados.

Tradicionalmente os revestimentos cerâmicos trabalham completamente aderidos sobre bases e substratos que servem de suporte para eles, sendo assim, são denominados aderidos. Neste trabalho é tratado o tipo de revestimento aderido definido por Medeiros e Sabbatini (1999) como “conjunto monolítico de camadas (inclusive o emboço de substrato) aderidas à base suportante da fachada do edifício (alvenaria ou estrutura), cuja capa exterior é constituída de placas cerâmicas, assentadas e rejuntadas com argamassa ou material adesivo”.

A NBR 13816 (1995), Placas cerâmicas para revestimento – Terminologia, define o revestimento cerâmico como o conjunto formado pelas placas cerâmicas,

pela argamassa de assentamento e o rejunte, excluindo, portanto, a camada de regularização.

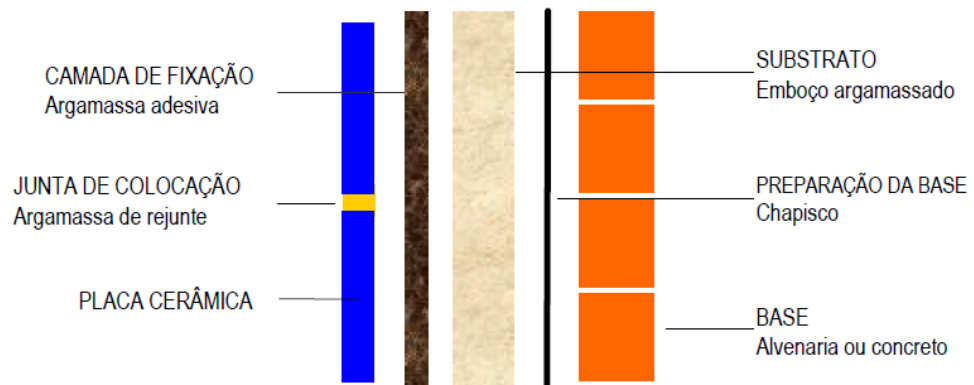
Neste trabalho, está sendo considerado a base como o suporte de revestimento cerâmico, sendo ela em vedação de alvenaria e estruturas de concreto. A preparação da base, chapisco, sendo executado com argamassa, podendo conter ou não adesivos. E de substrato, o emboço de argamassa, sendo executada sobre a base já preparada, para que o assentamento das placas cerâmicas seja executado nas melhores condições possíveis.

A Tabela 1 apresenta as camadas que formam o conjunto dos tradicionais revestimentos cerâmicos aderidos. E a Figura 8 mostra todo este conjunto necessário para o assentamento do revestimento cerâmico, desde a base até o rejunte.

**Tabela 1:** Camadas e materiais constituintes de RCF aderidos, tradicionalmente empregados no Brasil.

MATERIAIS CONSTITUINTES	DENOMINAÇÃO DA CAMADA
Concreto armado Alvenaria de blocos cerâmicos Alvenaria de blocos de concreto Alvenaria de blocos de concreto celular Alvenaria de blocos sílico-calcários	BASE OU SUPORTE
Argamassa de cimento e areia, podendo ou não conter adesivos (chapisco)	PREPARAÇÃO DA BASE
Argamassa de cimento, areia e/ou outro agregado fino, com adição ou não de cal e aditivos químicos	SUBSTRATO
Argamassa adesiva à base de cimento, areia e/ou outros agregados finos, inertes não reativos, com adição de um ou mais aditivos químicos	ASSENTAMENTO OU FIXAÇÃO
Placa cerâmica e argamassa de rejunte à base de cimento, areia e/ou outros agregados finos, inertes não reativos, com adição de um ou mais aditivos químicos	CERÂMICA

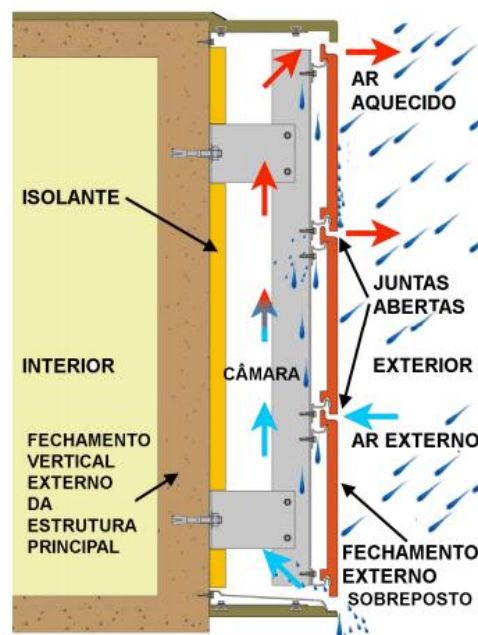
**Fonte:** MEDEIROS & SABBATINI, 1999



**Figura 8:** Materiais e camadas constituintes mostrando os principais componentes do RCF.

**Fonte:** Medeiros e Sabbatini. 1999

Machado e Oliveira (2013) citam que atualmente no mercado de construção brasileiro é crescente a utilização da tecnologia de revestimento não aderida de fachadas, que são conhecidos internacionalmente como Fachadas Ventiladas. Como os revestimentos cerâmicos neste modelo não trabalham completamente aderidos sobre a fachada, eles são chamados de não aderidos, conforme mostrado na Figura 9. Desde que atenda a critérios de projeto e montagem rigorosos, esse tipo de fachada se apresenta com grande eficiência contra as infiltrações de água, a grande variação térmica e de ruídos, segundo o princípio das “Barreiras Múltiplas”.



**Figura 9:** Conceito de Fachada Ventilada segundo norma italiana UNI 11018:2003.

**Fonte:** Machado e Oliveira, 2012.

Neste trabalho não será especificado nenhum componente utilizado no revestimento não aderido. Todos os itens que serão especificados são do método de revestimento cerâmico aderido.

#### 4.4.2 Base

A base não é considerada como parte do sistema, mas sim como o suporte do revestimento cerâmico, portanto é fundamental o seu papel para que todo o conjunto tenha o perfeito funcionamento. Todas as camadas citadas previamente devem se comportar bem, pois caso haja uma falha em algum dos componentes, todo o conjunto pode ser comprometido.

No Brasil, o sistema estrutural mais comumente utilizado é o de vigas e pilares em concreto armado e alvenaria de vedação de bloco cerâmico. Segundo Barbosa (2015) com o crescimento da competitividade no mercado da Construção Civil no Brasil, as empresas têm buscado aprimorar seus sistemas construtivos tornando mais eficientes, aumentando a produtividade, diminuindo os custos e melhorando a qualidade do produto final.

Com isso, as construções estão saindo do sistema convencional e outros sistemas estão surgindo, como: parede estrutural de concreto, *steel frame* e *wood frame* (para vedação são utilizados *dry-wall*, materiais cimentícios e de madeira), dentre outros. E também no sistema convencional, para vedação, estão sendo utilizados blocos de concreto, tijolos maciços, blocos sílico-calcário ou de concreto celular auto clavado.

Cada um destes materiais apresenta características distintas, que devem ser analisadas para que o sistema apresente um perfeito funcionamento. Dentre as características dos materiais, a capacidade de absorção de água é um fator que deve ser bastante considerado, pois quando se executa o emboço, ocorre a perda de água para o ambiente e para a base, prejudicando a qualidade da argamassa de emboço. Outro fator é a rugosidade, pois quanto mais rugosa é a superfície, maior será a resistência a aderência daquela base, que ajuda na fixação do revestimento. (BARROS; SABBATINI; LORDSLEEN JUNIOR, 1998)

Quando ocorre a mudança de material na base (concreto para bloco cerâmico) ou é submetida a esforços que gerem deformações diferenciais consideráveis (balanços, platibandas, últimos pavimentos), deve-se utilizar telas

metálicas, de plástico ou outro material semelhante na junção dos materiais. De forma alternativa pode ser especificado uma junta para separar o revestimento nessa transição de um material para o outro, para permitir que cada um se movimente de forma independente (ROSCOE, 2008).

Para o início do processo de execução do revestimento cerâmico de fachada, a base deverá estar pronta há pelo menos 6 semanas. Em caso de chuva, as bases porosas deverão estar protegidas para que seja evitado movimentos significativos de retração durante e após a execução do revestimento (MEDEIROS & SABBATINI, 1999).

#### *4.4.3 Preparo de Base e Substrato*

A preparação da base e o substrato são elementos do sistema de revestimento cerâmico de fachadas, utilizados tanto em paredes internas quanto externas, são constituídos pelo chapisco e emboço respectivamente.

Esta preparação deverá ser feita adequadamente para garantir a aderência e integridade do conjunto, nela é feita a limpeza e posteriormente o chapiscamento.

A NBR 7200 (1997), Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassa inorgânicas – Procedimento, cita algumas características que a base deve apresentar para que se comece a ser aplicado o chapisco. A base deverá atender às exigências de planeza, prumo e nivelamento fixadas nas respectivas normas de alvenaria, de estruturas de concreto ou do material que tenha sido utilizado. A aderência do revestimento está relacionada com o grau de absorção da base, que propicia a microancoragem, e com a rugosidade superficial, que contribui para a macroancoragem. Deve-se observar a presença de umidade nas bases a serem revestidos, definindo-se soluções para que seja feita a eliminação da infiltração antes que se prossiga com os demais procedimentos de preparação da base.

A norma ainda cita que a base não deve apresentar irregularidades para que a argamassa possa ser aplicada em espessura uniforme. Devem ser retiradas as pontas de ferro e as rebarbas entre as juntas da alvenaria, as depressões, furos e rasgos também deverão ser corrigidos de acordo com os procedimentos citados pela própria norma.

O chapiscamento será detalhado no item 4.4.3.1, já a limpeza da base segundo a NBR 7200 (1997), deverá ser feita caso a base apresente algum tipo de pó, eflorescência, materiais soltos ou quaisquer produtos ou incrustações que possam prejudicar a aderência das camadas seguintes. Antes de qualquer procedimento de limpeza da base seja realizado, a base deverá ser saturada com água limpa para que se possa evitar a penetração, em profundidade no elemento, da solução de lavagem que será utilizada. Esta limpeza pode ser feita com jato de água ou areia, espátula, escova com cerdas de aço, água alcalina ou ácida, dentre outros, dependendo de qual tipo de sujeira está presente na base. Todos estes procedimentos são citados na norma.

Após qualquer procedimento de lavagem deve-se esperar a secagem total da base para que possa prosseguir com a execução do revestimento da alvenaria.

#### *4. 4. 3. 1 Chapisco*

A camada do chapisco deverá ser executada após que a limpeza e preparo da base tenha sido executada conforma é citado na NBR 7200 (1997).

Fiorito (2004) define o chapisco como um composto de argamassa de cimento e areia grossa no traço em volume de 1:3 e projetado sobre a superfície da base. O acabamento é extremamente áspero e irregular, criando ancoragens mecânicas para aderência do emboço.

A espessura média do chapisco normalmente é de aproximadamente 5mm, depende das características granulométricas da areia que foi utilizada. Não é recomendado usar espessuras muito maiores que a citada e nem promover uma textura excessivamente rugosa.

A NBR 7200 (1997) cita que o chapisco deverá ser aplicado em uma consistência mais fluida, para permitir a penetração da pasta de cimento na base, fazendo com que a aderência na interface revestimento-base melhore. O chapisco é aplicado por lançamento, sempre tendo o cuidado para que ele não cubra toda a base. Aditivos podem ser adicionados para que possa melhorar as propriedades do material, desde que seja compatível com os materiais da base e da argamassa do revestimento. Como exemplo, quando a base em que o chapisco for aplicado seja de concreto, deve-se usar o chapisco industrializado (chapisco colante), que apresenta uma maior carga polimérica.

A norma ainda fala que em regiões onde o clima é muito seco e quente, a umidade no chapisco deverá ser preservada nas primeiras 12 horas após a sua aplicação, para isso ele deverá ficar protegido da ação direta do sol e do vento.

A intenção de se realizar o chapiscamento (Figura 10) da base é de se obter uma superfície o mais irregular possível e com ancoragens mecânicas suficientes para a perfeita aderência da camada seguinte, o emboço, que poderá começar a ser executado três dias após o chapiscamento.



**Figura 10:** Chapisco convencional.  
**Fonte:** Arquivo Pessoal

#### 4. 4. 3. 2 Emboço

A camada do emboço deverá ser executada após a execução e cura do chapisco conforme é citado na NBR 7200 (1997).

Os revestimentos de argamassa podem ser constituídos por uma ou mais camadas, sendo elas: emboço e reboco, e camada única. A NBR 13749 (2013), Revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação, indica as espessuras admissíveis, bem como níveis de aderência mínimos, dentre outros aspectos (Tabela 2 e 3).

**Tabela 2:** Espessuras admissíveis de revestimentos internos e externos.

Revestimento	Espessura (e) mm
Parede interna	$5 \leq e \leq 20$
Parede externa	$20 \leq e \leq 30$
Tetos interno e externo	$e \leq 20$

**Fonte:** NBR 13749 (2013).



**Tabela 3:** Limites de resistência à tração (Ra) para emboço e camada única.

Local		Acabamento	Ra (MPa)
Parede	Interna	Pintura ou base para reboco	≥ 0,20
		Cerâmica ou laminado	≥ 0,30
	Externa	Pintura ou base para reboco	≥ 0,30
		Cerâmica	≥ 0,30
Teto			≥ 0,20

**Fonte:** NBR 13749 (2013).

Como visto nas Tabelas 2 e 3 da norma, para os revestimentos cerâmicos de fachada deve-se utilizar uma espessura de emboço entre 20 e 30mm de espessura. E a resistência à tração deste emboço deve alcançar no mínimo 0,30 MPa.

A NBR 13755 (1996) define que o traço poderá ser de 1:0,5:5 ou 1:2:8 ou conforme o Tile Council of America Inc (1995) de 1:0,5:5 ou 1:1:7 de cimento, cal hidratada e areia média úmida. O processo de execução será determinado através de pontos de referência, onde deverão ser fixadas taliscas. Feito isso, realiza-se o preenchimento entre as taliscas com a argamassa para constituir as guias ou mestras, com o endurecimento delas inicia-se o lançamento da argamassa sobre a superfície que será revestida, podendo ser com a colher de pedreiro ou através de um processo mecânico. Com os vazios preenchidos, deverão ser retiradas as taliscas e eliminar os vazios que elas deixam. Já com a consistência adequada, retira-se o excesso da argamassa e faz a regularização da área com a régua. Devem restar algumas depressões, que deverão ser preenchidas e repetido o processo de sarrafeamento até que se consiga uma superfície plana e homogênea. Conseguindo estas características, deverá ser feito o alisamento da superfície com a desempenadeira.

Roscoe (2008) define o emboço como sendo a camada de regularização aplicada sobre o chapisco, cuja função é definir o plano vertical e dar sustentação ao revestimento cerâmico, que poderá começar a ser executado 14 dias após o emboço (Figura 11).

Carvalho Jr (1999) cita que em algumas publicações o início do assentamento do revestimento cerâmico deve ser feito 30 dias após o término da execução do emboço, para que o risco de descolamento do revestimento cerâmico em função da retração hidráulica, que pode gerar tensões superficiais maiores do que o conjunto cerâmica/argamassa colante pode suportar, seja diminuído.



**Figura 11:** Execução do emboço.

**Fonte:** Arquivo Pessoal

#### 4. 4. 4 *Argamassa de assentamento*

Após a execução do emboço, é o momento de executar o assentamento das placas cerâmicas. Esse assentamento no passado era feito com argamassas de cimento, areia e cal dosadas em obra, hoje com o avanço da tecnologia dos materiais ele é executado, na maioria das vezes, com as argamassas colantes.

A NBR 13755 (1996), Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento, define argamassa colante como uma mistura constituída de aglomerantes hidráulicos, agregados minerais e aditivos, que possibilita, quando preparada em obra com a adição exclusiva de água, a formação de uma pasta viscosa, plástica e aderente.

A norma fala sobre a execução da argamassa. No preparo manual, deve-se colocar a argamassa colante em pó em caixa apropriada para argamassas e adicionar água, que deve estar indicada na embalagem do produto, aos poucos, misturando e amassando até obter uma argamassa sem grumos, pastosa e aderente. Já no preparo mecânico, que é o mais indicado, deve-se colocar a água em um balde e, com o auxílio de um misturador, ir acrescentando o material até obter uma argamassa sem grumos, pastosa e aderente. Para os aditivos iniciarem sua ação, a argamassa colante preparada deve ficar em repouso por um período de tempo indicado na embalagem do produto, expresso em minutos, e a seguir deve ser novamente reamassada. A argamassa deverá ficar todo o tempo protegida do sol, da chuva e do vento e o seu uso deve ocorrer no máximo 2 h e 30 min após seu preparo, sendo vedada, neste período, a adição de água ou outros produtos. A argamassa colante preparada deve ser protegida do sol, da chuva e do vento.

Com a argamassa já preparada, a base deve ser pré-umedecida, tendo o cuidado para não saturá-la. Na sua aplicação, devem ser utilizadas desempenadeiras de aço denteadas (Figura 12). Caso a dimensão da placa cerâmica que está sendo assentada seja maior que 20x20cm, deve-se aplicar uma camada dupla de argamassa (Figura 13) para garantir a qualidade do assentamento. A área de aplicação da argamassa colante deve ser determinada para cada caso e depende das condições climáticas do local. Caso elas sejam agressivas, poderão provocar a formação de uma película sobre os cordões da argamassa colante, podendo reduzir o tempo em aberto e falseando a aderência das placas cerâmicas. Para verificar a aderência deve-se remover aleatoriamente algumas placas cerâmicas imediatamente após o seu assentamento, observando-se seu tardo, que deve apresentar-se totalmente impregnado da pasta de argamassa colante. A quantidade de pasta e a sua espessura devem ser determinadas para cada caso, dependendo da qualidade da superfície da base e das placas cerâmicas. Caso não estejam planas, podem ser provocadas algumas irregularidades que devem ser preenchidas por argamassa colante. A pasta de argamassa colante não pode ser utilizada de um período a outro de trabalho ou de um dia para outro (NBR 13755, 1996).



**Figura 12:** Aplicação da argamassa na base.

**Fonte:** Weber Saint-Gobain



**Figura 13:** Aplicação da camada dupla.

**Fonte:** Weber Saint-Gobain

Nas argamassas colantes devem existir aditivos orgânicos que adequem suas propriedades. São utilizadas misturas de agentes orgânicos, aditivos e cargas minerais. Esses aditivos utilizados nas argamassas colantes destinadas ao assentamento de placas cerâmicas podem modificar diversas propriedades

importantes destes materiais, como a retenção de água, a plasticidade, a aderência e a capacidade de absorver deformações (MEDEIROS & SABBATINI, 1999).

#### 4. 4. 4. 1 Argamassas adesivas industrializadas

Medeiros e Sabbatini (1999) dizem que os materiais adesivos, como a argamassa colante, têm como principal função permitir a aderência das placas cerâmicas aos substratos ou às outras camadas que lhe servem de bases. Devendo garantir os requisitos de durabilidade e segurança dos revestimentos cerâmicos de fachada que foram estabelecidos no projeto.

Eles citam também que a principal vantagem do uso desta argamassa é que devido a sua fina camada de utilização, ele permite a racionalização da execução, trazendo assim uma redução nos custos. Como não é necessário a regularização do acabamento superficial, a técnica de colocação das peças é simplificada, e além disso, seus principais ganhos são:

- Maior produtividade no assentamento;
- Manutenção das características dos materiais;
- Maior uniformização do serviço;
- Facilidade de controle;
- Menor consumo de material;
- Maior possibilidade de adequação às necessidades de projeto;
- Grande potencial de aderência.

Desde 1990, Sabbatini e Barros afirmavam que o custo global dos serviços de revestimento cerâmico de fachada, levando em consideração o aumento da produtividade, é normalmente inferior ao custo dos métodos de assentamento tradicional.

De fato, a cada ano o método antigo de assentamento de revestimento cerâmico está entrando em desuso e o uso das argamassas adesivas acabou se tornando o método convencional de assentamento. Essa mudança só se viabilizou por apresentar resultados satisfatórios em relação ao custo e ao prazo, que são essenciais na construção civil.

Existem dois mecanismos que condicionam a ancoragem entre os componentes, os processos físicos e os químicos (ITC, 1997), além daquele decorrente de uma combinação entre os dois.

Na ancoragem física há um encunhamento mecânico ligado à penetração e o endurecimento da fase líquida da pasta aglomerante nos poros dos materiais da base ou do revestimento (COSTA E SILVA, 2001). Carasek (1996) estudou esta ancoragem e verificou que, no caso das argamassas à base de cimento Portland, trata-se de um fenômeno que decorre do intertravamento dos cristais de etringita no interior dos poros do material.

Na ancoragem química ocorre a formação de uma ligação química entre a argamassa e o material aderido. Segundo Lichteinstein e Souza (1988), esta atração intermolecular, é decorrente de processos químicos ou ligações secundárias de Wan der Waals. Esse fenômeno de interação entre as moléculaS é explicado por Galembeck (1985), visto de uma ótica microscópica da ordem de milionésimos de milímetros.

As argamassas colantes, podem ser monocomponentes ou bicomponentes, o Grupo de Pesquisa ArqTeMa – USP as definem como:

- Argamassa monocomponente é uma mistura de cimento Portland, areia e aditivos retentores de água. É uma argamassa para assentamento de camada fina (5 mm), com ótima resistência à água e ao impacto, é não-inflamável e não necessita pré-umedecer as peças cerâmicas. Para a preparação, basta acrescentar água;
- Argamassa bicomponente é uma mistura de cimento Portland, areia e um aditivo especial - em geral, látex - comercializadas em duas partes, sendo uma pulverulenta e outra na forma de dispersão aquosa - o aditivo. Esta argamassa é menos rígida e com maior capacidade de aderência que a argamassa de cimento. E mais indicada para peças grandes e com baixa absorção de água.

Os adesivos de base não cimentícia serão tratados no item 4.4.4.2.

O tipo de argamassa mais difundido e utilizado no Brasil é a argamassa de base cimentícia monocomponente com diferentes tipos de aditivos, que necessita apenas a adição de água. As normas brasileiras para argamassa de assentamento referem-se às argamassas colantes monocomponentes.

A capacidade de retenção de água das argamassas adesivas convencionais é que diferencia ela das argamassas tradicionais, é esta propriedade que evita a perca

de água do material para a base ou para o ar, mantendo a hidratação do cimento Portland e permitindo que a camada a ser aplicada seja mais fina.

A NBR 14081-1 (2012), Argamassa colante industrializada para assentamento de placas cerâmicas – Parte 1: Requisitos, que tem como objetivo estabelecer os requisitos para argamassas colantes industrializadas destinadas ao assentamento de placas cerâmicas pelo método de camada fina, define que as argamassas colantes industrializadas são designadas pela sigla AC, seguida dos algarismos romanos I, II ou III, que indicam o seu tipo, acrescidos das letras E ou D. A especificação dos tipos de argamassa são as seguintes:

- Argamassa colante industrializada tipo I – AC I: Argamassa colante industrializada com características de resistência às solicitações mecânicas e termo-higrométricas típicas de revestimentos internos, com exceção daqueles aplicados em saunas, churrasqueiras, estufas e outros revestimentos especiais;
- Argamassa colante industrializada tipo II – AC II: Argamassa colante industrializada com características de adesividade que permitem absorver os esforços existentes em revestimentos de pisos e paredes internos e externos sujeitos a ciclos de variação termo-higrométrica e à ação do vento;
- Argamassa colante Industrializada tipo III – AC III: Argamassa colante industrializada que apresenta aderência superior em relação às argamassas dos tipos I e II;
- Argamassa colante Industrializada com tempo em aberto estendido (E): Argamassa colante industrializada dos tipos I, II e III, com tempo em aberto estendido;
- Argamassa colante Industrializada com deslizamento reduzido (R): Argamassa colante industrializada dos tipos I, II e III, com deslizamento reduzido (NBR 14081-1, 2012).

As tabelas 4 e 5, que são apresentadas na NBR 14081-1 (2012), apresentam as propriedades fundamentais e opcionais para as argamassas colantes, que podem ser verificadas considerando aplicações especiais.

**Tabela 4:** Propriedades fundamentais para as argamassas colantes.

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

Fonte: NBR 14081-1 (2012, p. 3)

**Tabela 5:** Propriedades opcionais para as argamassas colantes.

<b>Requisito</b>	<b>Método de ensaio</b>	<b>Critério</b>
Tempo em aberto estendido ( <i>E</i> )	ABNT NBR 14081-3	Argamassa do tipo I, II ou III, com tempo em aberto estendido no mínimo 10 min além do especificado como propriedade
Deslizamento reduzido ( <i>D</i> )	ABNT NBR 14081-5	Argamassa do tipo I, II ou III, com deslizamento menor ou igual a 2mm
As siglas "E" e "D", relativas respectivamente às propriedades opcionais de "tempo em aberto estendido" e "deslizamento reduzido", devem estar marcadas nas embalagens das argamassas colantes destinadas a atender a tais		

Fonte: NBR 14081-1 (2012 p. 3)

#### 4. 4. 4. 2 Pastas de resinas e resinas de reação

Os adesivos de base não cimentícia, são materiais adesivos cujos ligantes principais são as resinas sintéticas de alto desempenho e são também compostos de resinas orgânicas e cargas minerais e denominados em função do tipo de resina, conforme Medeiros e Sabbatini (1999) apresentam em seu estudo:

- Pastas de resina que são constituídas basicamente de adesivos sintéticos, principalmente as resinas vinílicas e acrílicas;
- Resinas de reação que são adesivos que possuem desempenho superior em relação a praticamente todos os demais tipos de materiais de fixação, geralmente constituídas por dois componentes, um adesivo e um catalisador.

Entre as resinas sintéticas orgânicas que são utilizadas, destacam-se as celulósicas, que são usadas como retentores de água e plastificantes, e os polímeros vinílicos, acrílicos e estirenos-butadienos, que são empregadas principalmente para melhorar a aderência e aumentar a capacidade de absorver deformações. Entre os agentes que auxiliam a retenção de água, os mais empregados nas argamassas adesivas são os hidróxietil celulose e metil-hidróxietil celulose.

Nas argamassas monocomponentes são empregados também os polímeros à base de resinas vinílicas na forma de pós redispersíveis em água, que modificam a capacidade de retenção de água e também melhora a aderência e flexibilidade das argamassas adesivas. A redução na tensão superficial da água que ocorre, melhora a extensão de aderência da argamassa (ROY, 1992). Entre as resinas sintéticas, as

mais utilizadas são os acetatos de polivinila e os homopolímeros e copolímeros a base de acetato de vinila e etileno chamados de acetato de vinila etileno. (SCHULZE, 1992), (GOLDBERG, 1998).

Medeiros e Sabbatini (1999), apresentam que uma série de estudos confirmam que os polímeros acrílicos e estirenos-butadienos são os que apresentam maior potencial de uso em revestimentos cerâmicos de fachada pois podem ser formulados para permitir que as argamassas apresentem alta aderência e flexibilidade, apresentando assim melhor desempenho para a fixação das placas cerâmicas. (GOLDBERG, 1998)

#### *4.4.5 Placa cerâmica*

Após a execução do emboço, como já foi dito no item 4.4.3.2, deve ser preparada a argamassa colante e junto com a sua execução é feito o assentamento das placas cerâmicas.

Como a placa cerâmica é um dos principais elementos dos revestimentos cerâmicos de fachada, já foi muito falado sobre elas nos itens 4.1.1, 4.1.2, 4.2.1, 4.2.2, onde foi apresentado o histórico, os aspectos de fabricação, as funções e as propriedades sobre as placas cerâmicas.

Já no item 4.4.5, foi apresentado o método como deve ser assentado estas placas cerâmicas no revestimento das fachadas. Em um prazo inferior a uma hora após o assentamento deverá ser feita a limpeza com espuma de poliuretano limpa e úmida, seguida de secagem com estopa limpa.

Após o assentamento das placas cerâmicas, ainda resta a execução das juntas e do rejunte para a finalização da fachada. Estes dois elementos serão apresentados a seguir nos itens 4.4.6 e 4.4.7.

#### *4.4.6 Tipos de juntas*

Ribeiro e Barros (2010) fazem a relação entre a palavra junta para o português e para a tecnologia da construção. No português significa unir, ligar, associar, ou seja, um modo de fazer um ponto de encontro entre dois elementos. Já para a tecnologia da construção, o termo significa também unir, mas o principal significado é no sentido de separação.



Filho Neto (2005) define como sendo uma abertura estreita, fenda ou rebaixo que se deixa longitudinalmente entre duas peças ou elementos construtivos, com a finalidade de separa-los. Ou seja, é um detalhe que separa unindo ou que une separando.

Na NBR 13755 (1996), a palavra junta é definida como sendo o espaço regular entre duas peças de componentes idênticos ou distintos.

Roscoe (2008) cita que os tipos mais comuns de juntas são: de assentamento, estrutural, de movimentação e de dessolidarização. No revestimento cerâmico de fachada, deve-se dar especial atenção às juntas, dimensionando-as de acordo com as normas brasileiras vigentes do setor e com as especificações dos fabricantes de placas cerâmicas para revestimentos. As juntas são detalhes muito importantes e que devem constar no projeto, mas em muitos casos são esquecidos. Na Figura 14, estão os tipos mais comuns de juntas, sendo a número 1 a junta de assentamento, a número 2 a junta estrutural, a número 3 a junta de movimentação e a número 4 a junta de dessolidarização.



**Figura 14:** As juntas do revestimento cerâmico.

**Fonte:** Cerâmica Portinari, 2016.

Ribeiro e Barros (2010) apresentam que nos revestimentos cerâmicos de fachada, a principal função das juntas, seja ela de assentamento, estrutural, de dessolidarização ou de movimentação, é minimizar a propagação dos esforços atuantes, que usualmente são resultantes das uniões entre elementos e também do comportamento intrínseco diante das variações de temperatura e de umidade.

Por isso a utilização das juntas para minimizar as tensões introduzidas no revestimento e com isso evitar patologias nos revestimentos, como o aparecimento de fissuras, destacamento de partes dos revestimentos, dentre outras, que serão tratadas mais a frente neste estudo.

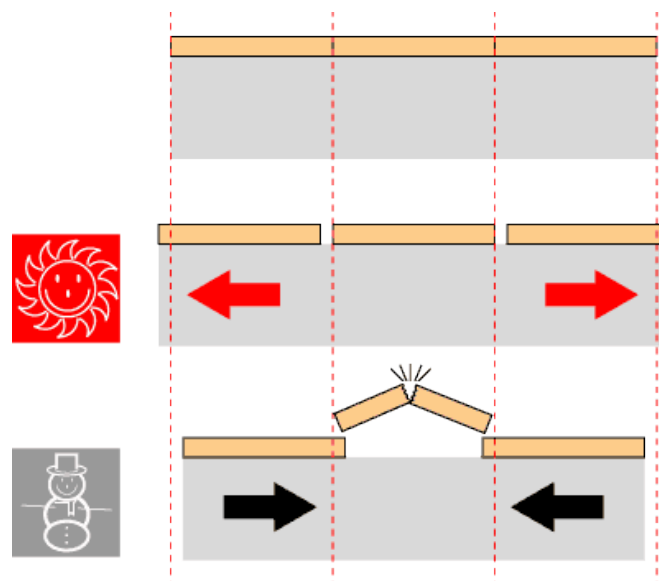
Cada junta tem uma função específica e deve ser utilizada em situações diferentes umas das outras, portanto o seu modo de execução é diferente e serão apresentados nos itens 4.4.6.1, 4.4.6.2, 4.4.6.3 e 4.4.6.4.

#### 4.4.6.1 Junta de assentamento

A NBR 13755 (1996) define junta de assentamento como um espaço regular entre duas placas cerâmicas adjacentes. Ribeiro e Barros (2010), vão mais a fundo na definição e citam que este tipo de junta são aquelas existentes entre placas adjacentes de um revestimento modular e são assim chamadas por serem originadas durante o processo de assentamento das placas cerâmicas, que posteriormente serão preenchidas com rejunte.

Segundo Ribeiro e Barros (2010) as funções da junta de assentamento são:

- Proporcionar o alívio de tensões entre as placas, reduzindo o módulo de elasticidade dos panos de revestimento e aumentando sua capacidade de absorver deformações intrínsecas, provocadas por variações térmicas (Figura 15) e higroscópicas e deformações de amplitude normal das bases;
- Otimizar a aderência das placas cerâmicas, pois o contato do rejunte com o fundo da junta aumenta indiretamente a área de contato das placas cerâmicas com o emboço. Em revestimento com placas de pequenas dimensões, em que a área das juntas de assentamento não é desprezível, se torna mais importante ainda esta função.



**Figura 15:** Comportamento da cerâmica com a variação de temperatura.

**Fonte:** Grupo de Pesquisa ArqTema, 2016.

Para que as juntas de assentamento cumpram suas funções em revestimentos cerâmicos de fachada, o rejunte deverá ter baixa retração, trabalhabilidade adequada e aderência nas laterais da placa cerâmica, cujo espaçamento forma as juntas de assentamento. Deve-se pensar nas condições de exposição que o material estará sujeito, ambientes mais agressivos exigem materiais que suportem esta agressividade.

Nos revestimentos cerâmicos de fachada, a dimensão de peça cerâmica utilizada é normalmente inferior a 20x20cm, Carvalho Jr (1999) fala que a dimensão das juntas de assentamento são de 8 a 10mm. São citados também os parâmetros de cálculo, onde a dilatação total ( $\Delta L_T$ ) é a soma da dilatação devido a expansão por umidade ( $\Delta L_{e_u}$ ) mais a dilatação térmica ( $\Delta L_t$ ), então:

$$\Delta L_T = \Delta L_{e_u} + \Delta L_t, \text{ e:}$$

$$\Delta L_{e_u} = e_u \cdot L_o$$

(onde  $L_o$  = comprimento inicial)

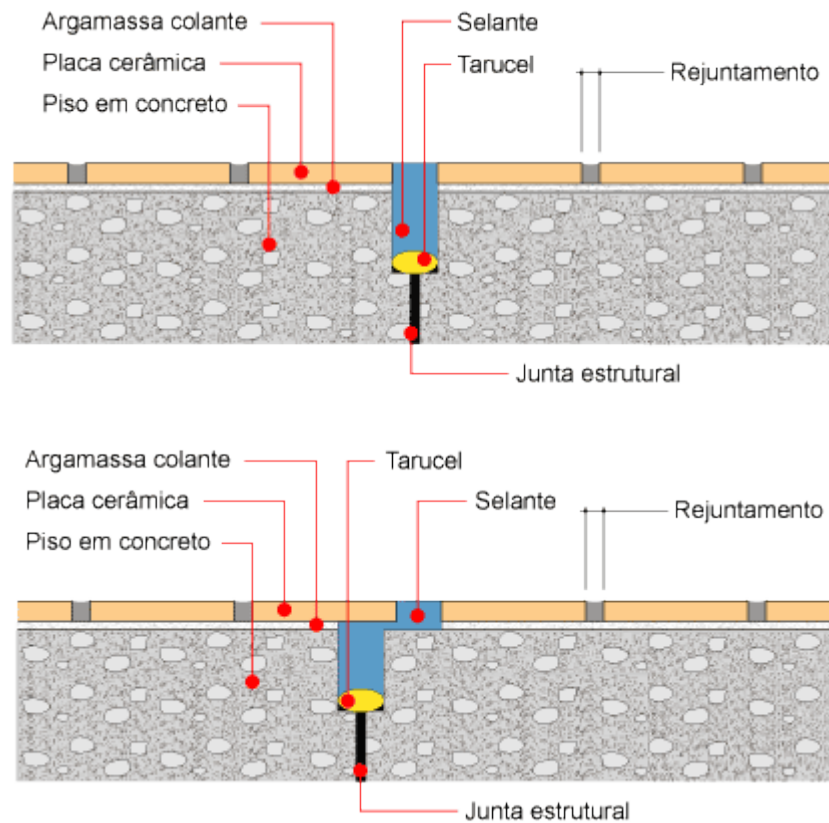
$$\Delta L_t = L_o \cdot \alpha \cdot \Delta t$$

( $L_o$  = comprimento inicial,  $\alpha$  = coeficiente de dilatação térmica e  $\Delta t$  = variação da temperatura)

#### 4.4.6.2 Junta estrutural

A NBR 13755 (1996) define junta estrutural como um espaço regular, que tem como função aliviar as tensões que são provocadas pela movimentação da estrutura de concreto.

O Grupo de Pesquisa ArqTeMA diz que estas juntas estruturais (Figura 16) devem estar previamente demarcadas na estrutura, devendo ser respeitadas ao longo de todas as camadas que venham em seguida, com a mesma largura (em geral 30 mm) e posição inicial. As juntas devem atravessar todas as camadas após a base, e devem ser executadas observando a perfeita separação entre todas as camadas constituintes do revestimento cerâmico de fachada.



**Figura 16:** Juntas estruturais.

**Fonte:** Grupo de Pesquisa ArqTeMa, 2016.

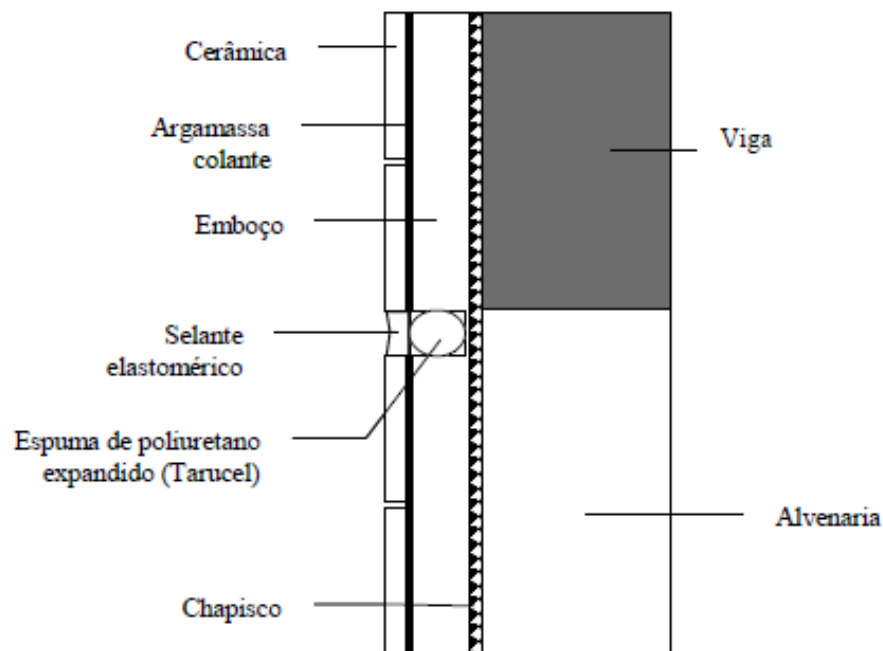
Para se realizar o coreto preenchimento das juntas estruturais, deve-se realiza-lo em duas etapas.

Na primeira etapa, é executado o enchimento das juntas com materiais altamente deformáveis, como borracha alveolar, espuma de poliuretano, etc. Feito o enchimento com este material, é colocado o tarugo de polietileno (tarucel), que é um material flexível e compressível, quem como função absorver as movimentações e proporcionar uma área estanque entre o fundo da junta e o selante.

Este selante deve ser colocado na segunda etapa do preenchimento da junta estrutural. Normalmente é executado com um acabamento de silicone, poliuretano ou mástiques elásticos. Estes materiais são flexíveis, portanto permitem a movimentação das juntas, e também vedam a entrada de umidade ou agentes agressivos que possam a vir a prejudicar a qualidade da estrutura. Para facilitar a acomodação das movimentações, os selantes devem aderir apenas às laterais das juntas.

#### 4.4.6.3 Junta de movimentação ou dilatação

A NBR 13755 (1996) define junta de movimentação (Figura 17), que também é conhecida como junta de dilatação, como um espaço regular cuja função é subdividir o revestimento para aliviar tensões provocadas pela movimentação da base ou do próprio revestimento.



**Figura 17:** Junta de movimentação.

Fonte: CARVALHO JR, 1999.

De acordo com Carvalho Jr (1999) este tipo de junta tem a função de dividir um pano cerâmico extenso em panos menores, permitindo a movimentação deles. Esta junta pode ser dividida em dois tipos, as juntas horizontais e as verticais. As juntas horizontais, devem estar posicionadas, preferencialmente, na região de transição da viga para a alvenaria, ou seja, a cada pavimento do edifício. As juntas verticais, devem ser posicionadas, preferencialmente, na região de transição do pilar para a alvenaria, e segundo a NBR 13755 (1996) a cada 6 metros.

Segundo Roscoe (2008), o preenchimento das juntas deverá ser feito primeiramente com a preparação da base com um material flexível e compressível. Após essa preparação deve-se começar o preenchimento com selador, que é a base de poliuretano, silicone ou polissulfeto. Este selador não deverá ter nenhuma aderência ao material que foi previamente colocado na base. Quando for executar o

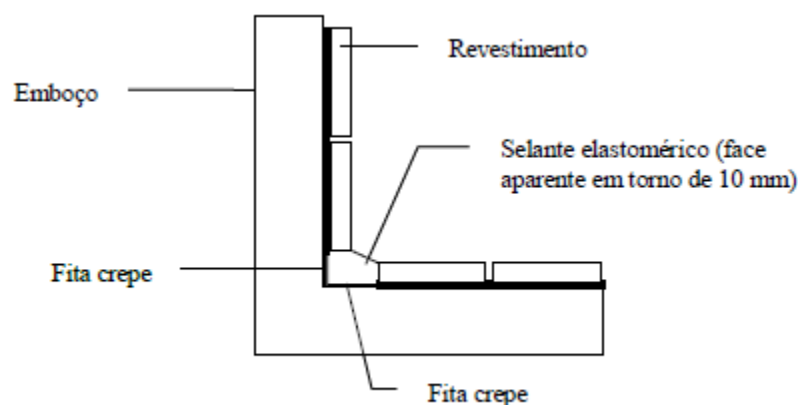
rejuntamento das juntas de assentamento, as juntas de movimentação devem ser vedadas com papel, para evitar que o rejunte entre nas juntas.

Os parâmetros de cálculo para este tipo de junta são os mesmos que o das juntas de assentamento, porém deve-se levar em conta que as solicitações irreversíveis oriundas da expansão por umidade já foram absorvidas pelas juntas de assentamento, portanto no dimensionamento das juntas de movimentação deve-se considerar apenas a dilatação térmica.

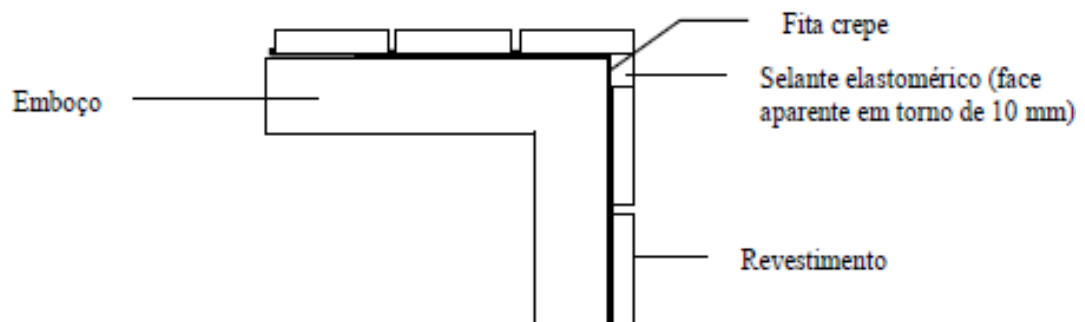
#### 4.4.6.4 Junta de dessolidarização ou de união

A NBR 13755 (1996) define junta de dessolidarização, que também é conhecida como junta de união, como um espaço regular, cuja função é separar o revestimento para aliviar tensões provocadas pela movimentação da base ou do próprio revestimento.

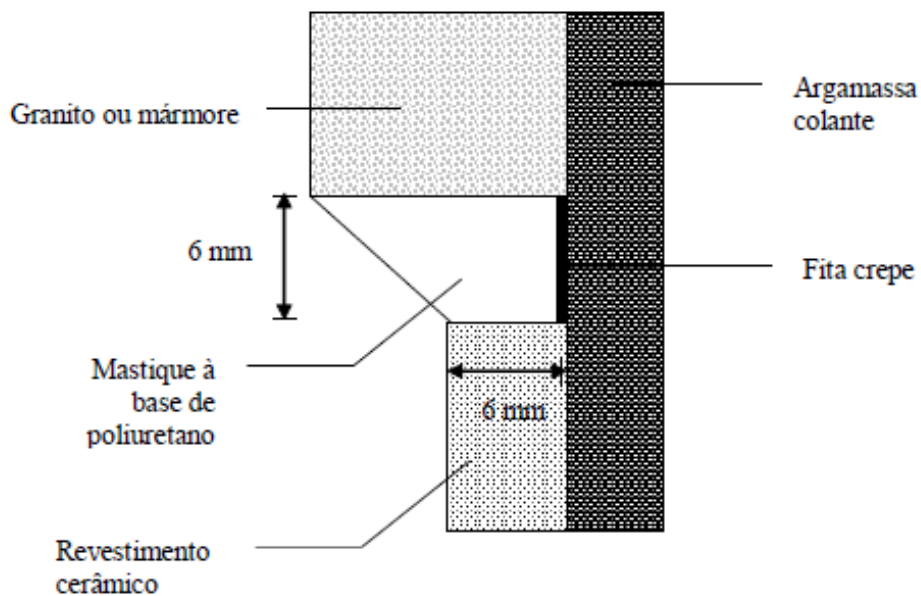
Carvalho Jr (1999) fala que este tipo de junta deve ser executado nas mudanças de direção entre um mesmo revestimento e nas transições entre revestimentos diferentes. Ou seja, deve-se usar esta junta no perímetro da área revestida, nos cantos verticais, nas mudanças de direção do plano do revestimento, nas mudanças de materiais que compõe a estrutura suporte e no encontro do revestimento com pisos, forros, pilares, vigas ou outro tipo de revestimento. As figuras 18, 19, 20 apresentam alguns destes casos onde se deve utilizar este tipo de junta.



**Figura 18:** Junta de dessolidarização na mudança do plano do revestimento.  
Fonte: CARVALHO JR, 1999.



**Figura 19:** Junta de dessolidarização nos cantos verticais do revestimento.  
**Fonte:** CARVALHO JR, 1999



**Figura 20:** Junta de dessolidarização na união de diferentes tipos de revestimento.  
**Fonte:** CARVALHO JR, 1999

Os procedimentos de execução e os parâmetros de cálculo deste tipo de junta são iguais aos da junta de movimentação, que foram apresentados no item 4.4.6.3.

#### 4.4.7 Rejunte

Para a execução do rejunte, deve-se utilizar a argamassa de rejuntamento, que é definida pela NBR 14992 (2003), A.R. – Argamassa à base de cimento Portland para rejuntamento de placas cerâmicas – Requisitos e métodos de ensaios, como uma mistura industrializada de cimento Portland e outros componentes homogêneos e uniformes, para aplicação nas juntas de assentamento de placas

cerâmicas, classificada segundo o ambiente de aplicação e requisitos mínimos conforme está apresentado na Tabela 6.

No passado, as argamassas de rejuntamento que eram utilizadas para se fazer o rejunte eram compostas de apenas cimento e areia, que é um material não flexível, poroso e como o tempo apresentava microfissuras. Essas características não permitem a movimentação por dilatação das placas cerâmicas e não impedem a entrada de água de fora para dentro, gerando assim patologias no revestimento cerâmico de fachada.

Hoje em dia as argamassas mais empregadas na construção civil, são as argamassas de rejuntamento à base de cimento Portland, que são constituídas por cimento Portland, agregados minerais, polímeros, pigmentos inorgânicos e outros aditivos. Existem também as argamassas de rejuntamento à base de epóxi, que são bicomponentes e que tem em sua composição a resina epóxi e um endurecedor com cargas minerais.

As argamassas de rejuntamento à base de cimento Portland são normatizadas no Brasil pela NBR 14992 (2003), tem seus requisitos mínimos conforme está apresentado na Tabela 6 e são divididas em dois tipos:

- Argamassa de Rejuntamento Tipo I, que é a argamassa para rejuntamento de placas cerâmicas para uso em ambientes internos e externos, sendo sua aplicação restrita a locais de trânsito não intenso de pessoas, a placas cerâmicas com absorção de água acima de 3% e em ambientes externos, desde que não exceda 20m<sup>2</sup> no piso e 18m<sup>2</sup> na parede;
- Argamassa de Rejuntamento Tipo II, que é a argamassa para rejuntamento de placas cerâmicas para uso em ambientes internos e externos, desde que obedecem às condições da argamassa de rejuntamento Tipo I e também podem ser aplicadas em locais de trânsito intenso de pessoas, em placas cerâmicas com absorção de água menor que 3%, em pisos e paredes externas de qualquer dimensão e em ambientes com a presença de água estancada (piscinas, espelhos d'água etc.).



**Tabela 6:** Tipos de Argamassa de Rejuntamento e requisitos mínimos.

Método/Propriedade	Unidade	Idade de ensaio	Tipo I	Tipo II
Retenção de água	Milímetro (mm)	10 min	≤ 75	≤ 65
Variação dimensional	Milímetro por metro (mm/m)	7 dias	≤  2,00	≤  2,00
Resistência à compressão	Megapascal (MPa)	14 dias	≥ 8,0	≥ 10,0
Resistência à tração na flexão	Megapascal (MPa)	7 dias	≥ 2,0	≥ 3,0
Absorção de água por capilaridade aos 300 minutos	Grama por centímetro quadrado (g/cm <sup>2</sup> )	28 dias	≤ 0,60	≤ 0,30
Permeabilidade aos 240 minutos	Centímetros cúbicos (cm <sup>3</sup> )	28 dias	≤ 2,0	≤ 1,0

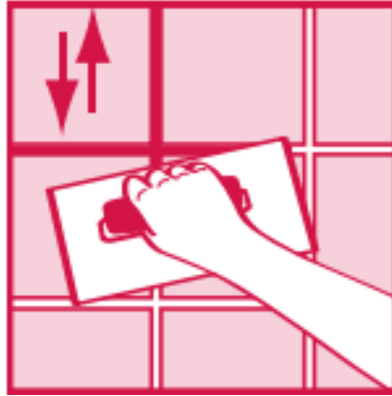
Fonte: NBR 14992 (2003), adaptada

Já as argamassas de rejuntamento com base epóxi ainda não tem uma norma com os requisitos e ensaios necessários para a sua produção e utilização no Brasil.

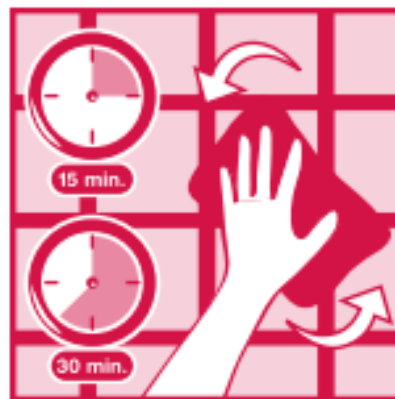
Segundo Carvalho Jr (1999), o rejuntamento pode ser feito 72h após o assentamento das placas cerâmicas. Antes de executar o rejunte deve ser realizado o ensaio a percussão de todas as peças cerâmicas e a limpeza e umedecimento das juntas. Recomenda-se utilizar rejunte pré-fabricado.

A preparação desse rejunte deverá ser feita em um recipiente limpo e estanque. A água deve ser adicionada nas proporções indicadas na embalagem de cada produto. O material deverá apresentar uma consistência pastosa e ser utilizado no prazo máximo de 2 horas e 30 minutos.

O rejuntamento deve ser feito com uma desempenadeira de borracha para evitar o atrito com as superfícies das peças (Figura 21). Deve-se pressionar o rejunte para dentro das juntas, preenchendo-as completamente. Recomenda-se que a limpeza do material de rejuntamento sobre a face do revestimento cerâmico seja feita após 15 minutos com pano limpo e úmido, e, após mais 15 minutos, finalizar a limpeza com pano seco (Figura 22).



**Figura 21:** Aplicação da argamassa de rejuntamento.  
**Fonte:** Eliane Argamassas.



**Figura 22:** Limpeza após o rejuntamento.  
**Fonte:** Eliane Argamassas.

#### 4.5 Principais Patologias em Revestimento Cerâmico de Fachada

Segundo Medeiros e Sabbatini (1999), as patologias que se manifestam com mais frequência no Brasil em fachadas de revestimento cerâmico, são na forma de fissuras e perda de aderência, por causa das deformações excessivas e inadequação das camadas do revestimento.

Eles ainda citam que na maioria das vezes as patologias são resultantes de uma combinação de fatores, por exemplo, fissuras e descolamentos podem surgir devido a fissuras ocorridas nas suas interfaces com a estrutura, falta de juntas de controle, dentre outros. Serão mostradas nos itens deste tópico, as patologias que ocorrem com mais frequência e quanto a sua origem.

As recuperações das patologias de revestimento cerâmico de fachada não são de fácil execução em diversas situações, e em algumas vezes quando elas se tornam aparentes, já houve um comprometimento da integridade do revestimento e segundo Medeiros e Sabbatini (1999) o custo para recuperar pode ser superior do que o custo da fachada que já foi executada.

#### 4.5.1 Patologias em Revestimento Cerâmico de Fachada quanto a origem

As patologias dos revestimentos cerâmicos de fachada apresentam-se de diversas formas, todas elas impossibilitam algum tipo de função daquele revestimento, seja ela estética, de isolamento ou proteção do edifício. Além de causar um descontentamento do cliente com a construtora, ela gera um custo para o construtor, se ainda estiver no período de garantia, e a desvalorização daquele imóvel, que pode ser prejudicial ao construtor e ao cliente.

Segundo Roscoe (2008), o conhecimento da origem das patologias é uma importante ferramenta para que se possa diagnosticar as falhas e tratá-las.

No seu estudo ela divide a origem das patologias em quatro tipos, sendo elas: congênicas (4.5.1.1), construtivas (4.5.1.2), adquiridas (4.5.1.3) e acidentais (4.5.1.4). Além disso, ela ainda cita que 75% dos problemas que ocorrem são devido à falta de conhecimento ou desrespeito às normas técnicas para revestimento cerâmico de fachada.

Abrantes (1995) apresenta a origem dos problemas patológicos (Tabela 7), e com estes dados percebe-se que se os revestimentos cerâmicos de fachada fossem executados com um projeto eficiente, o número diminuiria consideravelmente.

**Tabela 7:** Origem dos problemas patológicos.

Origem das patologias	Índice percentual
Projeto	60,0%
Construção	26,4%
Equipamento	2,1%
Outros	11,5%

**Fonte:** ABRANTES, 1995.

##### 4.5.1.1 Patologias em Revestimento Cerâmico de Fachadas Congênicas

A palavra congênita significa a particularidade de algo que está presente desde o seu nascimento, portanto uma patologia de origem congênita é aquela que os erros de projeto ou da não execução dele são os causadores.

Estes erros de projeto ocorrem quando os profissionais não seguem as normas técnicas necessárias para a execução do projeto e quando não observam as características que o sistema de revestimento deve ter, especificando assim

materiais que não atendem os requisitos necessários para o perfeito funcionamento do revestimento cerâmico.

A Tabela 7, mostra que no estudo feito por Abrantes (1995) esse tipo de patologia é a maioria (60%), quando se observa a causa de cada patologia no revestimento cerâmico de fachada.

#### *4.5.1.2 Patologias em Revestimento Cerâmico de Fachadas Construtivas*

As patologias de origem construtivas são aquelas cuja as causas estão relacionadas a fase da execução do revestimento cerâmico de fachada. Podem ser pelo fato da mão de obra não ter recebido o treinamento adequado para a realização do serviço, a utilização de produtos não certificados pelos órgãos competentes e a ausência de metodologia para o assentamento das placas cerâmicas.

Para que sejam minimizadas as patologias de origem construtivas, deve-se realizar o treinamento adequado da mão de obra, utilizar produtos que sejam certificados pelos órgãos competentes e padronizar os procedimentos que serão utilizados na execução do revestimento.

A Tabela 7, mostra que no estudo feito por Abrantes (1995) esse tipo de patologia equivale a 26,4% do total, quando se observa a causa de cada patologia no revestimento cerâmico de fachada.

#### *4.5.1.3 Patologias em Revestimento Cerâmico de Fachadas Adquiridas*

Como o próprio nome já diz, estas patologias são adquiridas durante a vida útil do revestimento cerâmico. Elas ocorrem devido a condição de exposição que o sistema foi imposto, podendo ser natural ou decorrente da ação humana.

Quando natural, é devido a agressividade do meio, como exemplo tem-se em regiões marítimas a maresia e em regiões industriais os ataques químicos.

As ocorrências devido a interferência humana, são em função de uma manutenção inadequada ou interferência incorreta no sistema, danificando as camadas e iniciando assim um processo patológico.

#### *4.5.1.4 Patologias em Revestimento Cerâmico de Fachadas Acidentais*

As patologias de origem acidentais, ocorrem devido a interferências atípicas como recalque estrutural no edifício, ventos com velocidade acima do normal, incêndio, dentre outros.

Essas ações provocam esforços que não foram previstos, na camada de base e sobre o rejunte, podendo atingir também as placas cerâmicas do revestimento, e assim, iniciar um processo patológico no sistema.

#### *4.5.2 Tipos de Patologias*

##### *4.5.2.1 Destacamento ou descolamento*

Segundo Cheong (1992), o resultado da análise dos destacamentos pode levar a quatro origens distintas: falta de aderência entre a placa cerâmica e a argamassa colante, falta de aderência entre a argamassa colante e o reboco, falha nas camadas do substrato (chapisco e reboco) e ocorrência de som oco nas placas cerâmicas quando se realiza a percussão.

Fontenelle e Moura (2004) dizem que este som oco, juntamente com o estufamento das placas cerâmicas, são os primeiros sinais de que pode vir a acontecer o destacamento (Figura 23) destas áreas, que pode ocorrer de imediato ou não. Estas manifestações patológicas ocorrem geralmente nos primeiros e últimos andares das edificações, que são os locais onde estão localizados o maior número de tensões na estrutura.



**Figura 23:** Destacamento das placas cerâmicas.

**Fonte:** FRANCO, 2008.

Roscoe (2008) cita que a aderência entre as partes do sistema suporta uma certa tensão, quando esta tensão é ultrapassada, ocorre o descolamento das placas cerâmicas que se soltam do substrato do sistema da fachada.

Segundo Sabbatini e Barros (1990), os principais fatores para a ocorrência dos destacamentos são:

- Deformações que ocorrem na base (alvenaria/estrutura), devido a acomodações do edifício após o início da sua utilização;
- Fluência da estrutura de concreto, a qual não ocorre de imediato e às variações higrotérmicas;
- Falta de juntas de controle;
- Argamassas do substrato, de assentamento e rejuntamento inadequadas para a condição que estão expostas;
- Preparação deficiente da base.

Este descolamento além de comprometer o sistema funcionalmente e esteticamente, é perigoso pois compromete a segurança das pessoas que transitam

próximo ao edifício. Como exemplo, uma placa de 250g destacada do décimo andar de um edifício quando chega ao solo possui o mesmo poder destrutivo de um projétil de arma de fogo (TAN *et al.*, 1994 apud CAMPANTE & SABBATINI,2001).

Já para o construtor acaba gerando um custo a mais na obra, pois a estrutura necessária (balancinho, andaime, dentre outros) para se realizar o reparo, considerando a quantidade de placas a serem assentadas novamente, é elevado quando se compara com a execução da fachada cerâmica por inteiro.

Em algumas situações, mesmo com todo este trabalho realizado, se torna ineficiente o reparo, e acaba ocorrendo o deslocamento novamente em outro ponto. Para que isso não ocorra Fontenelle e Moura (2004) citam que a solução para a mitigação do problema é a retirada total do revestimento, podendo-se chegar até o substrato e se refazer todas as camadas.

Em uma pesquisa Antunes, Bauer e Castro (2011) observaram que nos primeiros anos de vida do edifício a incidência de patologias é menor, sendo que o descolamento é o que apresenta maior ocorrência. Já nos edifícios com idade entre 10 e 40 anos, observa-se nitidamente que o deslocamento continua ocorrendo, mas outras patologias se tornam também relevantes com o passar do tempo, como é o caso da fissuração, falhas de rejunte e falhas de vedação.

#### 4.5.2.2 *Deterioração das juntas*

Esta patologia além de comprometer o aspecto estético da fachada do edifício, prejudica a estanqueidade do sistema, permitindo a infiltração de água de chuva, e a capacidade de absorver deformações do sistema, em função das solicitações de uso da edificação.

Campante e Baia (2003) apontam que desde que seja bem executado, a vida útil das juntas não é prejudicada ao longo do tempo, pois é feita com material cimentício, que não apresenta grandes problemas.

A sua deterioração (Figura 24) ocorre quando exposto a chuvas ácidas e solicitações da estrutura acima do esperado, que acaba gerando o aparecimento de fissuras e também está relacionado com outras patologias como eflorescência, a formação de trincas e descolamento da placa cerâmica.



**Figura 24:** Deterioração das juntas.

**Fonte:** FRANCO, 2008.

Segundo Franco (2008) a perda de estanqueidade das juntas entre componentes e juntas de movimentação, na maioria das vezes se inicia na limpeza inadequada do sistema, logo após a sua execução (pressão do jato da mangueira, por exemplo) que acaba deteriorando parte de seu material constituinte.

A melhor maneira de se evitar a ocorrência desta patologia é executar o controle na execução do rejuntamento/preenchimento das juntas de movimentação e utilizar o material que foi especificado em projeto.

#### 4.5.2.3 *Eflorescência*

Outra manifestação patológica que é encontrada nas fachadas de revestimento cerâmico é a eflorescência (Figura 25). Roscoe (2008) cita que esse fenômeno se caracteriza pelo surgimento de formações salinas sobre algumas superfícies, podendo ter aspecto pulverulento ou forma de crostas duras e insolúveis em água. Em alguns casos este fenômeno não é visível, podendo ocorrer imediatamente abaixo da superfície das placas cerâmicas. Mas na grande maioria dos casos, o fenômeno é visível e de aspecto bem desagradável.





**Figura 25:** Eflorescências na fachada de um edifício.

**Fonte:** LUZ, 2004.

Segundo Luz (2004) este tipo de manifestação patológica pode surgir em pontos específicos de forma concentrada ou por toda a fachada, e é caracterizada pelo efeito de lixiviação, que transporta os sais solúveis até a superfície, provocando deterioração do sistema.

Segundo Verduch e Solana (1999) a eflorescência é normalmente causada pelo movimento da água através das porosidades existentes nas camadas do sistema de revestimento cerâmico, que transporta, até aflorarem na superfície, as soluções de sais alcalinos e alcalinos terrosos, que podem ser solúveis ou parcialmente solúveis em água. Estes sais ficam retidos após a evaporação da água que os levou até ali.

Existe também a cripto-eflorescência, que é quando os sais não afloram na superfície, e ficam depositados internamente no sistema do revestimento cerâmico de fachada. A identificação deste fenômeno é muito difícil.

Fiorito (1994) alerta que as placas cerâmicas e as argamassas possuem diversos vazios em seu interior, formando uma enorme e complexa rede de micro canais e fazendo com que a água possa passar pelo seu interior por capilaridade ou por força do gradiente hidráulico e aflorando na superfície em um local diferente do seu ponto de origem.

Roscoe (2008) lembra que devido aos componentes utilizados em sua produção, as argamassas apresentam grande chance de incorporar sais solúveis em sua composição. A utilização de água impura na execução do revestimento de fachada também pode ajudar a gerar este tipo de patologia.

Na Tabela 8, Thomaz (1989) apresenta as formas nas quais a eflorescência se manifesta nos revestimentos.

**Tabela 8:** Formas de manifestação da eflorescência.

TIPO	LOCAIS DE FORMAÇÃO	CAUSAS PROVÁVEIS	REPAROS
Pó branco pulverulento solúvel em água.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• superfícies de concreto aparente;</li> <li>• superfícies de alvenaria revestida;</li> <li>• juntas de pisos cerâmicos ou azulejos;</li> <li>• regiões próximas a caixilhos mal vedados;</li> <li>• superfícies de ladrilhos não esmaltados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sais solúveis presentes nos materiais: água de amassamento, agregados ou aglomerantes;</li> <li>• sais solúveis presentes nos materiais cerâmicos;</li> <li>• sais solúveis presentes no solo;</li> <li>• reação atmosférica;</li> <li>• reação entre compostos do cimento e da cerâmica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• eliminação da fonte de umidade;</li> <li>• em superfície externa, aguardar a eliminação dos sais pela ação da chuva;</li> <li>• lavagem com água;</li> <li>• escovamento;</li> <li>• limpeza com ácido clorídrico a 10%.</li> </ul>
Depósito branco com aspecto de escorrimento, muito aderente e pouco solúvel em água.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• juntas das alvenarias assentadas com argamassa;</li> <li>• superfície de concreto ou revestimento com argamassa;</li> <li>• superfícies de componentes próximos a elementos de alvenaria ou concreto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• carbonatação da cal liberada na hidratação do cimento;</li> <li>• carbonatação da cal constituinte da argamassa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• eliminação da percolação de água;</li> <li>• lavagem com ácido clorídrico a 10%;</li> <li>• escovamento mecânico se necessário.</li> </ul>
Depósito branco, solúvel em água, com efeito de expansão.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• em fissuras eventualmente presentes nas juntas das alvenarias;</li> <li>• nas juntas de argamassa das alvenarias;</li> <li>• em regiões da alvenaria muito expostas à ação da chuva.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• expansão devido à hidratação do sulfato de cálcio existente no tijolo ou reação dos compostos do tijolo e do cimento;</li> <li>• formação do sal expansivo por ação do sulfato do meio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• esperar a estabilização antes de efetuar reparos;</li> <li>• reparar com uso de cimento isento de sulfatos.</li> </ul>

Fonte: THOMAZ, 1989

É muito difícil garantir que a eflorescência seja eliminada dos revestimentos cerâmicos de fachada, porém existem maneiras de evitar esta patologia tomando algumas medidas durante sua execução. Uemoto (1988) cita algumas que podem ser minimizadas para minimizar a ocorrência desta patologia:

- Não utilizar materiais e/ou componentes com alto teor de sais solúveis;
- Evitar o uso de tijolos com altos teores de sulfatos;
- Molhar os componentes cerâmicos demasiadamente secos, minimizando a absorção da água de amassamento e a reação com o cimento;
- Proteger a alvenaria recém acabada da chuva;
- Impermeabilizar e vedar o revestimento para evitar a entrada de umidade;

- Usar cimento pozolânico ou de alto forno, que liberam menor teor de cal na hidratação.

#### 4.5.2.4 Gretamento

A NBR 13818 (1997), define o gretamento como uma fissura capilar limitada a camada esmaltada do revestimento (Figura 26).



**Figura 26:** Aspectos assumidos pelo gretamento do esmalte cerâmico.  
**Fonte:** NBR 13818 (1997).

O Grupo de Pesquisa ArqTeMa aponta que a gretagem aparece através do aparecimento microfissuras em forma de círculos irregulares ou formando uma teia de aranha na superfície esmaltada das placas cerâmicas. Essas fissuras são semelhantes a um fio de cabelo e acontecem apenas em placas esmaltadas.

O gretamento ocorre principalmente em decorrência da expansão por umidade, que provoca o aumento do corpo cerâmico em sua base e acaba forçando o aparecimento de tensões na camada de esmalte, que é menos flexível. Como não absorve as mesmas tensões que o restante da placa cerâmica, o esmalte sofre tensões progressivas de tração e acaba apresentando pequenas fendas, tão finas como um fio de cabelo.

#### 4.5.2.5 Mancha e bolor

Segundo Shirakawa (1995), as manchas escuras indesejáveis em tonalidades preta, marrom e verde, ou em algumas raras situações, claras esbranquiçadas ou amareladas que são encontradas nas fachadas são o bolor ou mofo. Este termo é entendido como colonização por diversas populações de fungos filamentosos sobre vários tipos de substrato, citando-se, inclusive, as argamassas inorgânicas.

Segundo Allucci (1988, apud Shirakawa, 1995), o termo emboloramento é uma “alteração observável macroscopicamente na superfície de diferentes materiais,

sendo uma consequência do desenvolvimento de microorganismos pertencentes ao grupo dos fungos”.

Quando mais umidade, melhor se torna o ambiente para a proliferação do bolor, portanto é comum o aparecimento do bolor em superfícies que não tem incidência de luz do sol e ventilação adequados e em paredes umedecidas por infiltração de água ou vazamento em tubulações do edifício.

Para se evitar o bolor nas fachadas, deve-se evitar os riscos de infiltração de água através das paredes, pisos e/ou tetos. Franco (2008) cita alguns fatores que podem gerar este acúmulo de água nas fachadas, são eles:

- O microclima da região onde está localizado o edifício, que tem influência direta na quantidade de chuva da região e por consequência, no tempo de secagem desta água;
- Alguns detalhes de projeto, que podem prejudicar o escoamento da água;
- A forma geométrica de alguns elementos da fachada, que acabam contribuindo para a presença de água e dificultando na difusão da umidade.

#### *4.5.2.6 Trinca e fissura*

Trincas e fissuras também são muito comuns nos revestimentos cerâmicos de fachada. Junginger (2007) aponta que trinca e fissura remete ao mesmo problema, uma descontinuidade mecânica resultante de uma concentração de esforços maior do que o suportado. A diferença entre um e outro é que fissuras são espaços com abertura de até 0,5mm e trincas de até 2-3mm.

Campante e Baía (2003) consideram que as trincas (Figura 27) são rupturas no corpo da placa cerâmica provocadas por esforços mecânicos, que causam a separação das placas em partes. E as fissuras são rompimentos nas placas cerâmicas, que não causam ruptura total das placas.



**Figura 27:** Trincas na fachada.

**Fonte:** JUNGINGER, 2007.

Luz (2004) aponta que as trincas e fissuras do sistema de revestimento cerâmico são manifestações patológicas que podem induzir às outras patologias. As trincas, por exemplo, podem abrir espaços e assim permitir a penetração de água e o surgimento da eflorescência, que por sua vez podem enfraquecer as camadas do sistema e ocorrer o descolamento de placas cerâmicas.

Campante e Baía (2003) apontam como as principais causas para o surgimento de trincas e fissuras nos revestimentos cerâmicos de fachada os seguintes itens:

- Dilatação e retração da placa cerâmica, gerando tensões que ultrapassam as suportadas pelas placas;
- Deformação estrutural excessiva, que pode criar tensões acima do suportado pela base e transferi-la para o revestimento;
- Ausência de detalhes construtivos, que podem ajudar a dissipar as tensões que chegam até os revestimentos;
- Retração da argamassa de fixação, causada pela falha na hidratação do cimento pode causar um aperto ou “beliscão” na placa cerâmica que pode tornar a superfície convexa e tracionada, causando fissuras ou trincas nas placas cerâmicas.

## 5. METODOLOGIA

Inicialmente foi realizada pesquisa na literatura de temas relacionados a três eixos: a história do revestimento cerâmico, componentes que devem ser especificados nos projetos de fachada cerâmica e as patologias mais comuns que surgem em projetos de fachada. Foram utilizados como descritores as NBR citadas no presente trabalho, escritas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas.

Em seguida foi realizado um estudo de caso sobre as patologias em um revestimento cerâmico de fachada de um edifício residencial. Foram realizadas visitas técnicas e coleta de imagens para análise de como o sistema foi executado, quais as patologias foram encontradas e quais os métodos de reparo para as patologias, tomando como base a revisão bibliográfica feita no trabalho.

## 6. ESTUDO DE CASO

Neste item será apresentado um estudo de caso sobre um edifício que apresenta algumas patologias no seu revestimento cerâmico de fachada.

### 6.1 Características da fachada

O edifício (Figura 28) que será estudado é residencial e está localizado no centro da cidade de Araxá, Minas Gerais.



**Figura 28:** Edifício com revestimento cerâmico.  
**Fonte:** Arquivo Pessoal.

A edificação possui 16 andares acima do nível da rua, sendo o térreo como pilotis e o último como caixa d'água. São 4 unidades residenciais por andar.

A entrega das unidades para os moradores foi feita no 2º semestre do ano de 2012, ou seja, o edifício está no seu 5º ano de utilização. A fachada na sua grande maioria é cerâmica e em algumas áreas menores é argamassada.

Neste estudo, apresenta-se apenas as patologias apresentadas na fachada cerâmica, que foi executada com placas cerâmicas nas cores Bege e Marrom, de dimensões 19,5X19,5 cm, que são semelhantes em todas as propriedades, exceto a sua cor. Propriedades estas, que estão apresentadas no Tabela 9.

**Tabela 9:** Certificado de especificações técnicas placas cerâmicas Marrom

<b>Características técnicas</b>	<b>ISO</b>	<b>Exiq.</b>	<b>Unidade</b>	<b>Especificação</b>
Qualidade da superfície	10545-2	$\geq 95$	%	$\geq 95$
Absorção d'água	10545-3	3 a 6	%	3 a 6
Resist. Flexão	10545-4	$\geq 22$	N/mm <sup>2</sup>	$\geq 30$
Classe de Uso	10545-7	Especificar	PEI	0
Coef. de Dilat. Lin x10-6	10545-8	-	C-1	6.6 a 7.2
Resist. Choques Térmic.	10545-9	-	-	OK
Expansão por Umidade	10545-10	-	mm/M	$\leq 0.60$
Resist. Ao Gretamento	10545-11	Requerida	-	OK
Resist. Aos Prod. Químicos	10545-13	Min. Classe GB	-	GB
Resist. Ataq. Ácido/Alcal.	10545-13	Especificar	-	GLB
Resist. Superf. a Manchas	10545-14	Min. Classe 3	-	Min. Classe 3
Variação de Tonalidade				V1

Fonte: DISNER, 2017

Carvalho Jr (1999) apresenta as características desejáveis para revestimentos cerâmicos de fachadas:

- Expansão por umidade  $\leq 0,6$  mm/m;
- Absorção d'água  $\leq 6$  %;
- Garras poli-orientadas no tardo;
- Cores claras;
- Dimensões inferiores a 20 x 20 cm.

Todas estas características estão presentes no material utilizado, exceto a utilização de cores claras nos panos em que foi utilizado as placas cerâmicas na cor Marrom Café Matte.

Ao redor do edifício há casas ao norte, ao sul e a leste (Figura 29). Na direção Noroeste, tem-se um edifício de 13 andares, que foi entregue a obra no ano de 2014. Já na direção sudoeste, há um edifício de 3 andares, que já estava construído desde o início da obra da edificação analisada neste estudo de caso.





**Figura 29:** Localização geográfica do edifício.

**Fonte:** Google Maps.

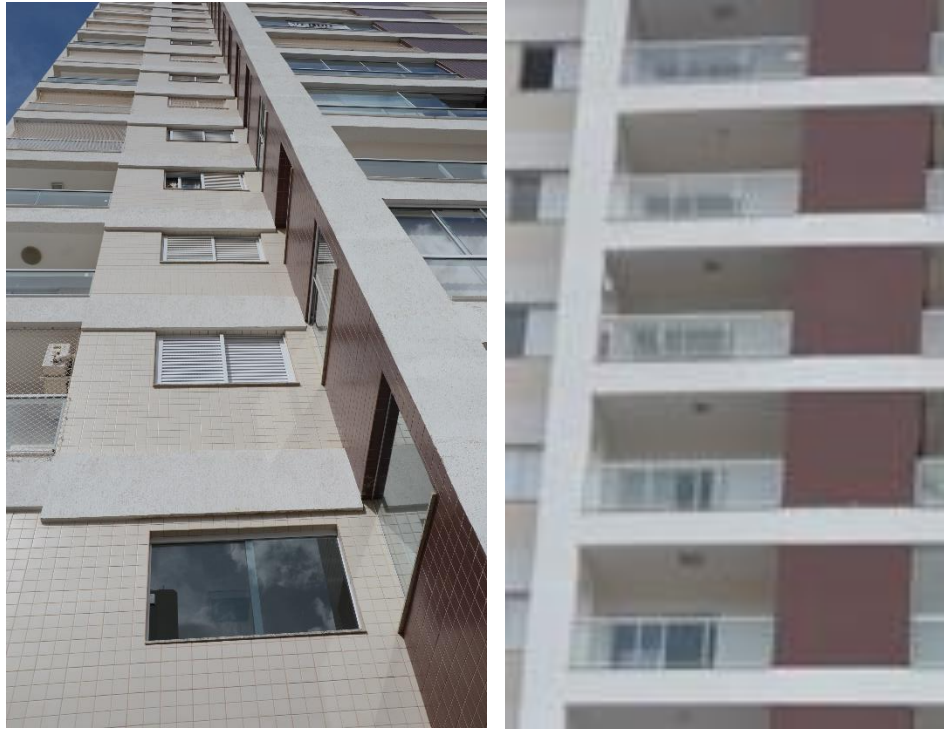
Tendo em vista estas características dos edifícios ao redor, pode-se considerar que em todas as direções, exceto a noroeste, há uma grande ação de vento e variação da temperatura, pois não se tem nenhuma barreira capaz de diminuir a velocidade do vento e a variação térmica.

## 6.2 Principais patologias encontradas

Em nenhum ponto da fachada existem juntas de movimentação, estruturais ou de dessolidarização. A única junta encontrada é a de assentamento.

A fachada é dividida em panos de grande e pequena extensão.

Apesar de não ter nenhuma dessas juntas citadas, os pequenos panos (Figura 30), que estão localizados nas fachadas norte e sul não apresentam nenhum tipo de patologia. O motivo dessa não existência de problemas deve ter relação ao tamanho do pano das peças cerâmicas que tem no máximo 3m de largura e 2,80m de altura.



**Figura 30:** Pequenos painos em perfeito estado.  
**Fonte:** Arquivo Pessoal.

Apenas um problema foi detectado nestes pequenos painos. Ele ocorreu em uma quina inferior da laje em balanço da varanda do 2º andar acima do nível da rua (Figura 31). Segundo relatos dos condôminos, ao chegar um caminhão de mudança ao edifício, o mesmo colidiu com esta quina, causando uma pequena avaria na fachada.



**Figura 31:** Quina afetada da fachada.  
**Fonte:** Arquivo Pessoal.

Já nos panos maiores foram identificadas algumas patologias.

Estes panos se encontram nas fachadas leste e oeste, começam no 1º andar acima no nível da rua e acaba apenas no último andar do edifício, totalizando aproximadamente 48m.

As principais, e mais graves, patologias encontradas na fachada estão localizadas nos panos maiores, de maior largura e incidência de sol durante o dia.

No item 4.5.2.1 deste trabalho, apresenta o que Fontenelle e Moura (2004) dizem sobre a ocorrência de deslocamentos nas fachadas, e este edifício exemplifica bem o que eles dizem.

Nos andares inferiores e superiores do edifício, é perceptível a existência de estufamento em várias peças cerâmicas, que são fatos que ocorrem antes do deslocamento. A Figura 32 apresenta um estufamento que está mais visível nos andares inferiores. Já nos andares superiores foram feitas várias imagens e nelas não se consegue observar este estufamento, mas que podem ser perfeitamente observados no local.

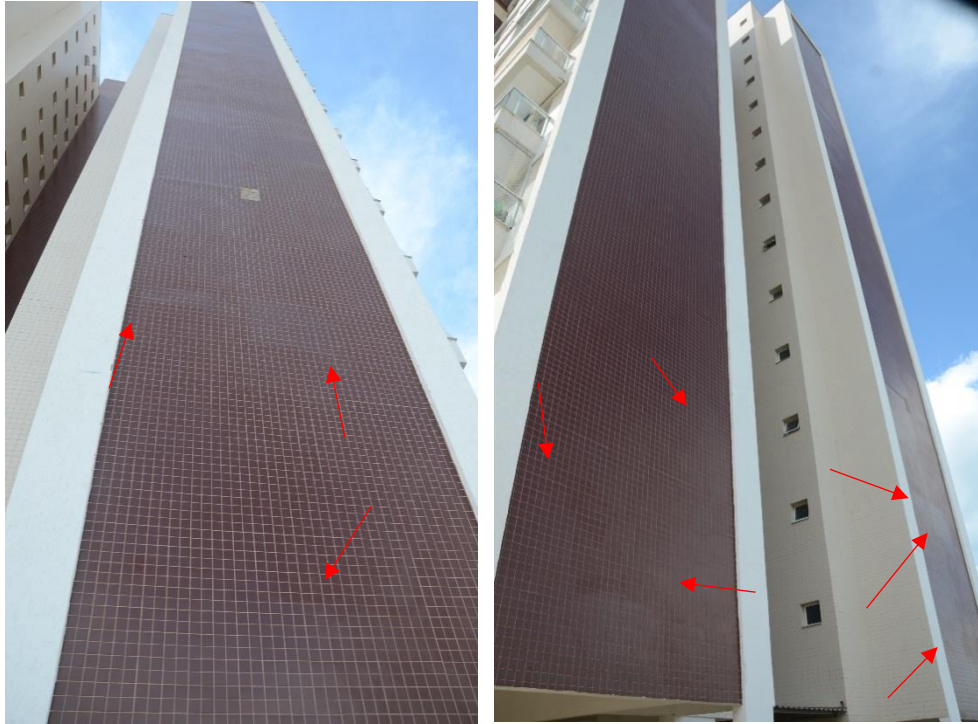


**Figura 32:** Estufamento encontrado nos andares inferiores.

**Fonte:** Arquivo Pessoal.

É observado também que em algumas áreas a argamassa de rejuntamento não foi limpa corretamente. Na conversa com os moradores, é relatado que estas áreas são exatamente onde já ocorreram deslocamentos e a construtora realizou o reparo delas, não executando corretamente a limpeza das peças cerâmicas (Figura 33).

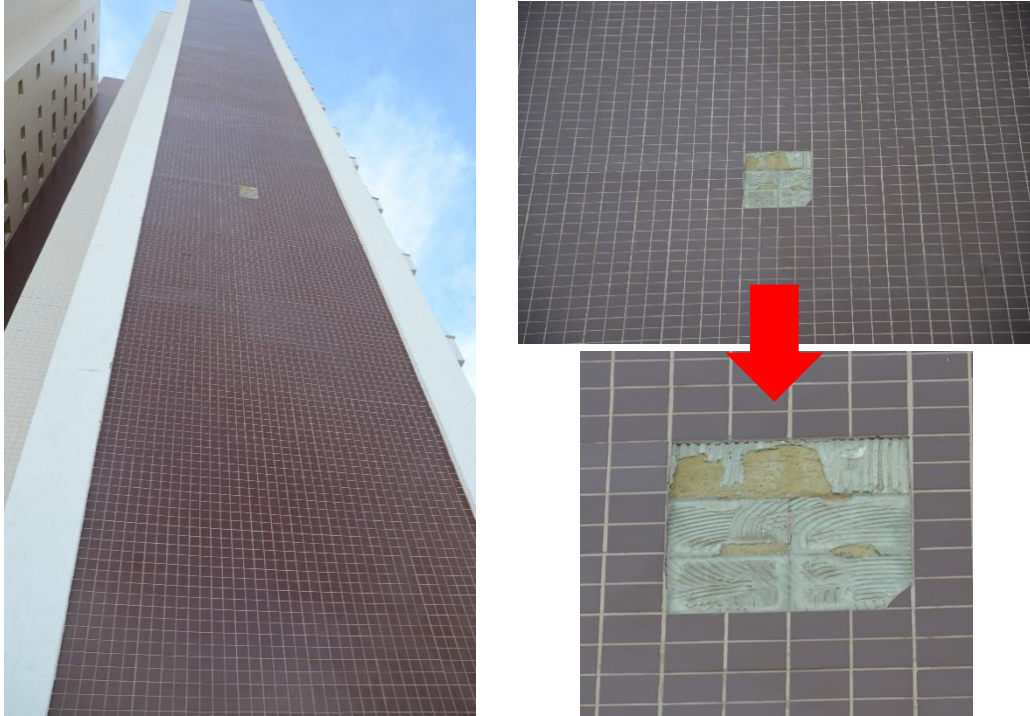




**Figura 33:** Evidências de assentamento refeito.

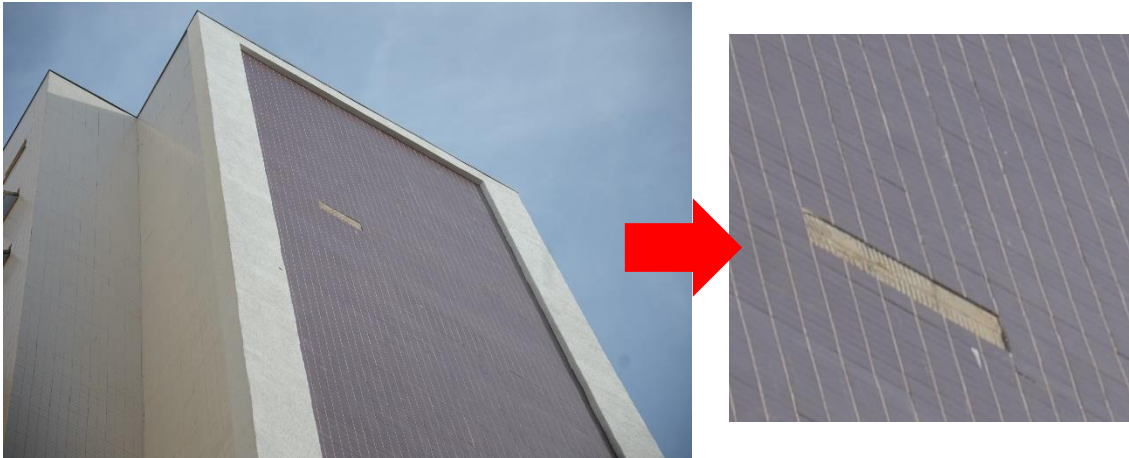
**Fonte:** Arquivo Pessoal.

Os pontos que não foram corrigidos, um se encontra na fachada leste (Figura 34) e o outro na oeste (Figura 35).



**Figura 34:** Deslocamento da cerâmica na fachada leste.

**Fonte:** Arquivo Pessoal.



**Figura 35:** Deslocamento da cerâmica na fachada oeste.  
**Fonte:** Arquivo Pessoal.

No item 4.5.2.1 deste trabalho, é apresentado que este deslocamento além de prejudicar o sistema de revestimento cerâmico da fachada e a estética do edifício, é perigoso pois compromete a segurança das pessoas que transitam ao redor do edifício. Na Figura 36, observa-se as placas cerâmicas que se deslocaram do sistema, quebradas no pavimento da garagem do edifício. A placa cerâmica utilizada tem um peso de aproximadamente 400g, como exemplo é citado que uma placa de 250g destacada do décimo andar de um edifício quando chega ao solo possui o mesmo poder destrutivo de um projétil de arma de fogo (TAN *et al.*, 1994 apud CAMPANTE & SABBATINI, 2001).



**Figura 36:** Cerâmicas que se soltaram da fachada.  
**Fonte:** Arquivo Pessoal.

A argamassa utilizada foi industrializada, mas não é possível precisar se é a AC II ou AC III. É visível que a mão de obra não tinha o conhecimento necessário para a perfeita aplicação das placas.

Nas placas que já se deslocaram (Figura 37) é possível perceber que em algumas áreas elas não apresentam nenhum sinal de argamassa, deixando claro que o tempo em aberto da argamassa não foi cumprido, alterando assim as propriedades da argamassa colante e prejudicando sua qualidade e aderência.



**Figura 37:** Tardoz das cerâmicas que se soltaram da fachada.

**Fonte:** Arquivo Pessoal.

Os cordões que estão aparentes na fachada mostram que não houve o assentamento correto das placas, pois não apresentam o amassamento que é característico quando se aplica a peça com o devido arrasto que é necessário, para garantir um assentamento perfeito.

O espalhamento da argamassa, que pode ser observado na figura 37 não obedece um sentido único de aplicação, apresentando trechos em que a argamassa colante foi aplicada com os cordões em vários sentidos.

O rejunte utilizado foi o rejunte para cerâmicas flexível Quartzolit. Seu estado continua perfeito, apenas uma curiosidade é que foi aplicado rejunte no meio das placas cerâmicas (Figura 38), para que a junta “falsa” de dilatação da placa cerâmica ficasse na mesma dimensão da que junta de dilatação utilizada entre as placas.





**Figura 38:** Rejunte na parte central da placa cerâmica.  
**Fonte:** Arquivo Pessoal.

Nos panos mais curtos foi encontrada apenas uma patologia, o manchamento abaixo das esquadrias devido ao maior escoamento de água sobre aquela área (Figura 39).



**Figura 39:** Manchamento abaixo das esquadrias  
**Fonte:** Arquivo pessoal

### **6.3 Propostas alternativas de reparo para a patologia e conclusões**

Para o reparo das patologias, deve-se realizar uma reforma com o intuito de assentar novas placas cerâmicas onde teve o deslocamento e realizar as juntas de dessolidarização nas mudanças de direção que ocorrem nos panos e realizar juntas de movimentação nos panos mais longos, com o intuito de permitir a movimentação das placas, diminuindo assim o deslocamento.

O manchamento que ocorre nos pontos de maior escoamento de água perto das esquadrias podem ser resolvidos apenas com uma limpeza da fachada.

Neste estudo de caso, ficou claro que o construtor não executou o projeto do revestimento cerâmico de fachada, pois não se tem nenhuma junta de dessolidarização e movimentação. E o prejuízo para a construtora é grande, pois é frequente a necessidade de manutenção destas placas cerâmicas, o que gera um custo e prejudica a imagem e o caixa da empresa.



## 7 CONCLUSÃO

Este trabalho tem como objetivo mostrar o que é o revestimento cerâmico de fachada, detalhar cada componente necessário no projeto de fachada e apresentar as patologias mais comuns nos revestimentos cerâmicos, para que se tenha em mente a real importância de um projeto de fachada.

Contribuindo com subsídios aos estudantes de engenharia e projetistas, para que os projetos de fachada sejam executados com todas as informações necessárias, tentando assim, fazer com que as patologias que ocorrem rotineiramente nas fachadas de edifícios surjam cada vez em menor número. E quando surgirem, o profissional tenha material necessário para identificá-las e tratá-las.

A revisão bibliográfica apresenta o quão antigo é o revestimento cerâmico e o quanto ele evoluiu desde a sua primeira utilização. Suas funções já foram bem mais simples do que são hoje em dia e as Normas Técnicas Brasileiras apresentam propriedades que devem ser cumpridas pelos fabricantes dos materiais para que seja alcançado o resultado esperado, e o sistema de fachada cumpra a sua função perfeitamente.

Mas não adianta o material atender todas as normas necessárias, se no momento da execução for realizado um procedimento errado, que faça com que aquele material perca sua qualidade e não consiga exercer a função para qual ele foi projetado. Com isso, se torna de extrema importância a execução do projeto de revestimento cerâmico de fachada, para que se pense na fachada como um sistema em que cada material trabalha juntamente com o outro e os processos sejam prescritos e executados de forma correta durante a obra. E detalhes construtivos de extrema importância, como as juntas de dessolidarização, movimentação e estrutural sejam executados de maneira correta e nos locais onde irão exercer sua função de forma plena na fachada.

Além disso, é na fase inicial de projeto onde se pode alcançar um melhor resultado no custo final do empreendimento, as análises críticas e soluções encontradas nestas fases iniciais são de suma importância para alcançar um excelente resultado. O que melhor ilustra essa capacidade de se obter melhor resultado no projeto é a Figura 5.

Já no estudo de caso, ficou claro que o construtor não executou o projeto do revestimento cerâmico de fachada, pois detalhes construtivos simples como juntas

de dessolidarização e movimentação não foram executados. Isto acabou gerando um prejuízo para a construtora, pois é frequente a necessidade de manutenção destas placas cerâmicas, o que gera um custo e prejudica a imagem e o caixa da empresa.

Se tivesse sido realizado o projeto para a execução do revestimento cerâmico de fachada, estas patologias que ocorreram, e que são rotineiras em outros edifícios, teriam a chance de ocorrência minimizada e com isso a construtora e os clientes não estariam tendo problemas com as patologias que o edifício vem apresentando e que tantos outros apresentam.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

ABRANTES, V. **Construção em bom português**. Adaptação do texto “Qualidade na construção”, originalmente publicado pela Universidade do Porto. Revista Técnica. 14. ed. p. 27-31, fev. 1995.

ALBANESE, R. **Team-Building process: key to better Project results**. Journal of Management in Engineering, v.10, n.6, p. 36-44, 1994.

ALUCCI, M. P., FLAUZINO, W. D., MILANO, S. **Bolor em edifícios: causas e recomendações**. Tecnologia de Edificações, São Paulo. Pini, IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, Coletânea de trabalhos da Div. de Edificações do IPT, p.565-70,1988.

ANFACER. **História da Cerâmica**. Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para revestimentos, louças sanitárias e congêneres. Disponível em: <<http://www.anfacer.org.br/historia-ceramica>>. Acesso em 07/11/2016

ANTUNES, G. R; BAUER, E; CASTRO, E. K. **Processo de identificação das manifestações patológicas em fachadas com revestimento cerâmico**. In: Simpósio Brasileiro de Tecnologia de Argamassas, IX, Belo Horizonte, 2011.

ARQTEMA – Arquitetura, Tecnologia e Materiais. Grupo de pesquisa da USP. Acesso em:14/11/2016. Disponível em: <<http://www.iau.usp.br/pesquisa/index.php/ct-menu-item-9/ct-menu-item-11/ct-menu-item-15>>.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13816**: Placas cerâmicas para revestimento – Terminologia. Rio de Janeiro, 1995.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14992**: A.R. – Argamassa à base de cimento Portland para rejuntamento de placas cerâmicas – Requisitos e métodos de ensaios. Rio de Janeiro, 2003.

BARBOSA, E. M. L. **Análise comparativa entre alvenaria em bloco cerâmico de vedação e drywall**. Revista on-line IPOG, Especialize. MBA Gerenciamento de Obras, Tecnologia & Qualidade da Construção. Instituto de Pós-Graduação – IPOG. Uberlândia, 2015.

BARROS, M. M. S. B.; SABBATINI, F. H.; LORDSLEEN JUNIOR, A. C. **Recomendações para a produção de revestimentos cerâmicos para paredes de vedação em alvenaria**. Projeto EPUSP/SENAI. São Paulo, 40p.,1998.

BARROS FILHO, R. M. **Cerâmicas**. Notas de aula. Belo Horizonte, Faculdade INAP, 2016. 56p

BAUER, F. **Materiais de Construção**, Revisão técnica João Fernando Dias. 5ª ed. – Rio de Janeiro: LTC, 2008.

CAMPANTE, E. F.; BAÍA, L. L. M. **Projeto e execução de revestimento cerâmico**. Edição I. São Paulo: O Nome da Rosa, 2003.

CAMPANTE, E. F.; SABBATINI, F. H. **Metodologia de diagnóstico, recuperação e prevenção de manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos de fachada**. Boletim Técnico do Departamento de Engenharia de Construção Civil. BT/PCC/301. Escola Politécnica. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001. Disponível em: <[http://publicacoes.pcc.usp.br/PDF/BTs\\_Petreche/BT301-%20Campante.PDF](http://publicacoes.pcc.usp.br/PDF/BTs_Petreche/BT301-%20Campante.PDF)>. Acesso em: 21 dez. 2016.

CARASEK, H. **Aderência de argamassas à base de Cimento Portland a substratos porosos – Avaliação dos fatores intervenientes e contribuição ao estudo do mecanismo da ligação**. São Paulo, 1996. Tese (Doutorado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

CARVALHO, E. F. T. **A Ciência e a Engenharia dos Materiais de Construção Civil**. Apostila da Disciplina Materiais de Construção II. Ouro Preto, UFOP, 2008. 154p.

CERÂMICA PORTINARI. **Dicas para Assentamento – Juntas**. Disponível em: <http://www.ceramicaportinari.com.br/produtos/dicas/assentamento/>. Acesso em: nov. 2016.

CHEONG, Y. C. **Training of tilers**. In: Conference of Adhesives Technology in the Architectural Application of Ceramic Tiles, Singapore, 1992. Proceedings. Singapore Trade Link Media Pte. Ltd.

CORPO TÉCNICO DA CERÂMICA PORTO FERREIRA. **Análise Crítica das normas técnicas de revestimentos cerâmicos**. Revista Cerâmica Industrial, v. 5, n.1, p. 7-21, 2000.

COSTA E SILVA, A.J. **Descolamentos nos revestimentos cerâmicos de fachada na cidade de Recife**. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.

CTBUH - COUNCIL ON TALL BUILDINGS AND URBAN HABITAT – COMMITTEE 30 (ARCHITECTURE). **Architecture of tall buildings**. Contributors: Mir M. Ali, et al. Editorial group: Mir M. Ali; Paul J. Armstrong. Leigh University, Pennsylvania, USA, p.750, 1995.

DISNER, C. P. **Publicação on-line [mensagem pessoal]**. Mensagem recebida por [cpo@cecrisa.com.br](mailto:cpo@cecrisa.com.br) em 1fev. 2017.

ELIANE ARGAMASSAS. **Texto Técnico Rejuntamento**. Disponível em: <<http://www.ligamaxgold.com.br/upload/product/pdfs/24052016152617808846.pdf>> . Acesso em: 30/11/2016.

FILHO NETO, A. **Dicionário do engenheiro**. Sn: Dicionário da Construção. Editora PINI. São Paulo, 2005.

FIORITO, A. J.S.I. **Manual de argamassas e revestimentos : estudos e procedimentos de execução** / Antonio J.S.I. Fiorito. - 2. ed. - São Paulo : Pini, 221p. 2009.

FONTENELLE, M. A. M.; MOURA, Y. M. **Análise da prática usual de revestimento cerâmico em fachadas - o caso das empresas participantes do programa de melhoria da comunidade da construção de Fortaleza**. In : Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, X. São Paulo, 2004.

FRANCO, A. L. C. **Revestimentos cerâmicos de fachada: composição, patologias e técnicas de aplicação**. 2008. 80f. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Departamento de Engenharia de Materiais de Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008. Disponível em: <<http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Monografia%20Ana%20L%20Facia%20Costa%20Franco.pdf>>. Acesso em: 21 dez. 2016.

GALEMBECK, F. **Adesão de superfícies**. Ciência Hoje, v.4, n.19, p.27-31, 1985.

GOLDBERG, R. P. **Direct adhered ceramic tile, stone and thin brick facades – technical design manual**. Laticrete International. 1998. 200 p.

GRILO, L. M.; MELHADO, S. B. **Alternativas para a melhoria na gestão do processo de projeto na construção de edifícios**. In: Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto,3, 2003, Belo Horizonte. III Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto, 2003.

ICC INSTITUTO DE TECNOLOGIA CERAMICA. **Colocacion de pavimentos e revestimientos ceramicos**. Barcelona, Ministério de Industria y Energia. Direccion General de Minas y de la Construcción., 1994.

JUNGINGER, M. **Apostila: Revestimentos cerâmicos aderidos: aspectos técnicos no projeto de fachadas**. CONPAR. Consultoria em patologias e recuperação de edifícios. 2007 Disponível em: <<http://www.intere.com.br/teste/conpar/Publicacoes/1-Rev-Ceramicos-aderidos.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2016.

LICHTEINSTEIN, N. B.; SOUZA, U. L. **Revestimentos**. Apostila da disciplina PCC 433 – Técnicas e Materiais de Construção Civil III. São Paulo, EPUSP, 1988.

LUZ, M. A. **Manifestações patológicas em revestimento cerâmico de fachada em três estudos de caso na cidade de Balneário Camboriú**. 2004. 172f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de

Santa Catarina, Florianópolis, 2004. Disponível em:  
<<http://www.tede.ufsc.br/teses/PARQ0011.pdf>>. Acesso em: 21 dez. 2016.

MACHADO, A. L. A.; OLIVEIRA, L. A. de. **Diretrizes de projeto para revestimentos não aderidos de fachadas**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 3.; ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 6., 2013, Campinas. Anais... p.134-146.

MACHADO, A. L. A.; OLIVEIRA, L. A. **Orientações para Elaboração de Projeto de Fachadas com Revestimento Não Aderido: Aspectos Estruturais e de Durabilidade das Subestruturas Metálicas**. In: ENTAC – ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 14, Juiz de Fora, 2012.

MEDEIROS, J. S.; SABBATINI, F. H. **Tecnologia e projeto de revestimento cerâmico de fachadas de edifícios**. Boletim Técnico do Departamento de Engenharia de Construção Civil. BT/PCC/246. Escola Politécnica. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999. Disponível em:  
<<http://publicacoes.pcc.usp.br/PDF/BT246.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2016.

MELHADO, S. B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. São Paulo, 1994. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

MELHADO, S. B. **O que é qualidade de projeto? Uma discussão acerca das mudanças conceituais necessárias para a melhoria da qualidade na construção de edificações**. In: workshop qualidade de projeto/RS. Anais... Porto Alegre, Departamento de Engenharia Civil/Escola Politécnica/PUC-RS, 1995. n.p.

MELLO, E. U. C. 1966 – O panorama do patrimônio azulejar contemporâneo brasileiro visto através do seu inventário: do século XX ao século XXI. Dissertação (Mestrado em Artes Visuais) – Escola de Belas Artes, UFMG, Belo Horizonte, 2015.

RIBEIRO, F. A.; BARROS, M. M. S. B. **Juntas de movimentação em revestimentos cerâmicos de fachadas**. São Paulo: Pini, 2010.

ROSCOE, M. T. **Patologias em Revestimento Cerâmico de Fachada**. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, Dez., 2008.

ROY, S. K. **Areas for research and development in ceramic tiles and methods technology in the architectural application of ceramic tiles**. Proceedings. Trade Link Media Pte Ltd / University of Singapore. Singapore, 1992.

SABBATINI, F. H.; BARROS, M. M. S. B. **Recomendações para produção de revestimentos cerâmicos para paredes de vedação em alvenaria**. São Paulo, Convênio EPUSP/CPqDCC – ENCOL, 1990. (Relatório técnico R6-06/90).

SCHULZE, J. **The use of redispersible powders in cement mortars. Adhesives technology in the architectural application of ceramic tiles**. Proceedings. Trade Link Media Pte Ltd. University of Singapore. Singapore. 1992.

SHIRAKAWA, M. A. **Identificação de fungos em revestimentos de argamassa com bolor evidente.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS. I. Goiânia, 1995. Anais... p.402-10.

SIMOES, J. M. S. **Azulejaria em Portugal nos Séculos XV e XVI: Introdução Geral.** Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa, 1990.

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação.** São Paulo. Pini, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), 1989.

Tile Council of America Inc. ANSI-A108.1: **Handbook for Ceramic Tile Installation.** USA, 1995.

UEMOTO, K. L. **Patologia: danos causados por eflorescência.** Tecnologia de Edificações, São Paulo. PINI/ IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, Coletânea de trabalhos da Divisão de Edificações do IPT, p. 561-64, 1988.

VERDUCH, A. G.; SOLANA, V. S. **Velos, florescencias y manchas em obras de ladrilho.** Castellón Spain, Faenza Editrice Iberica S.L., 1999.

WEBER SAINT-GOBAIN. **Argamassa Cimentcola Flexível.** Disponível em: <<http://www.weber.com.br/argamassas-e-rejuntas/produtos/linha-profissional-quartzolit/argamassa-cimentcola-flexivel-quartzolit.html>>. Acesso em: 17/11/2016.

XAVIER, C. M. S. **Gerenciamento de projetos: como definir e controlar o escopo do projeto.** São Paulo: Saraiva 2005.