

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**Escola de Engenharia**  
**Curso de Especialização: Produção e Gestão do**  
**Ambiente Construído**

**Ricardo William Santos Luciano**

**VALIDAÇÃO DE UM PROCEDIMENTO DE**  
**IMPERMEABILIZAÇÃO DE JUNTAS DE FACHADAS**  
**PRÉ-FABRICADAS**

**Belo Horizonte,**  
**2019**

**RICARDO WILLIAM SANTOS LUCIANO**

**VALIDAÇÃO DE UM PROCEDIMENTO DE  
IMPERMEABILIZAÇÃO DE JUNTAS DE FACHADAS  
PRÉ-FABRICADAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização: Produção e Gestão do Ambiente Construído do Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista.

**Orientador: Prof. Antônio Neves de  
Carvalho Júnior**

**Coorientador: Prof. Roberto Márcio da Silva**

**Belo Horizonte,  
2019**

L937v

Luciano, Ricardo William Santos.

Validação de um procedimento de impermeabilização de juntas de fachadas pré-fabricadas [manuscrito] / Ricardo William Santos Luciano. – 2019.

35 f., enc.: il.

Orientador: Antônio Neves de Carvalho Júnior.  
Coorientador: Roberto Márcio da Silva.

“Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Produção e Gestão do Ambiente Construído da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais”

Bibliografia: f. 34-35.

1. Construção civil. 2. Impermeabilização. 3. Infiltração. 4. Juntas (Engenharia) 5. Fachadas. I. Carvalho Júnior, Antônio Neves de. II. Silva, Roberto Márcio da. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. IV. Título.

CDU: 69



## ATA DE DEFESA DE MONOGRAFIA

ALUNO: RICARDO WILLIAM SANTOS LUCIANO

MATRÍCULA: 2017666550

### RESULTADO

Aos 19 dias do mês de fevereiro de 2019 realizou-se a defesa da MONOGRAFIA de autoria do aluno acima mencionado sob o título:

“VALIDAÇÃO DE UM PROCEDIMENTO DE IMPERMEABILIZAÇÃO DE JUNTAS DE FACHADAS PRÉ-FABRICADAS”

Após análise, concluiu-se pela alternativa assinalada abaixo:

APROVADO

APROVADO COM CORREÇÕES

REPROVADO

NOTA: 80

CONCEITO: B

### BANCA EXAMINADORA:

Nome

Prof. Dr. Antônio Neves de Carvalho Júnior

Assinatura

Nome

Prof. Dr. Eduardo Chahud

Assinatura

O candidato faz jus ao grau de "ESPECIALISTA NA ÁREA DE "SUSTENTABILIDADE E GESTÃO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO"

Belo Horizonte, 19 de fevereiro de 2019

Coordenador do Curso  
Prof. Antônio Neves  
de Carvalho Júnior  
Coordenador do Curso

## RESUMO

A definição dos componentes de uma fachada em um edifício habitacional são primordiais para bom desempenho deste sistema. Dentro destes componentes, o sistema de impermeabilização de uma fachada é fator determinante para vida útil e qualidade da edificação. Este trabalho, visa elaborar um procedimento de impermeabilização de fachadas pré-fabricadas através de ensaios em laboratório baseados em normas vigentes que impactam no processo construtivo descrito.

**Palavras-chave:** Infiltração. Impermeabilização. Juntas. Construção civil.

## SUMÁRIO

<b>Introdução</b> .....	05
<b>Capítulo 1: Sistema Construtivo Habitacional</b> .....	07
1.1 Sistema	
1.2 Montagem dos pilares pré-fabricados	
1.3 Montagem dos painéis pré-fabricados	
1.4 Montagem das vigas e lajes da estrutura pré-fabricada	
1.5 Encunhamento das interfaces	
<b>Capítulo 2: Impermeabilização em fachadas</b> .....	13
2.1 Impermeabilização	
2.2 Pintura acrílica	
2.3 Pintura elastomérica	
2.4 Mastique	
2.5 Membrana híbrida	
2.6 Juntas	
2.7 Juntas de movimentação	
2.8 Juntas de assentamento	
2.9 Juntas de dessolidarização	
2.10 Fachadas	
<b>Capítulo 3: Ensaio Laboratoriais</b> .....	17
3.1 Relato da pesquisa	
3.2 Metodologia da obtenção dos dados	
3.3 Resultados obtidos e análise dos dados	
<b>Considerações finais</b> .....	33
<b>Referências Bibliográficas</b> .....	34
<b>Anexos</b> .....	36

## INTRODUÇÃO

A construção civil é uma das indústrias mais importantes do país, movimentando a economia e gerando milhares de empregos. Com o programa de habitação Minha Casa Minha Vida do Governo Federal o índice de empregos e obras por todo país cresceu exponencialmente. Tal crescimento se dá pelo déficit habitacional do país e pelo enorme potencial construtivo que ele tem. Com este crescimento, grandes, médias e pequenas construtoras aparecem e com elas os processos construtivos.

Para executar um empreendimento do programa Minha Casa Minha Vida, deve-se considerar, principalmente a viabilidade de execução da obra e um dos fatores mais importantes na viabilidade são os processos executivos que devem ser bem escritos, normatizados, testados, homologados e no canteiro devem ser acompanhados de perto por um técnico responsável afim de garantir a execução do serviço conforme procedimento. Tal execução, ao término da obra e na entrega do empreendimento garantirá uma boa viabilidade, pois elimina-se retrabalhos e principalmente as patologias futuras.

Neste mesmo cenário, as patologias provenientes de infiltrações de fachadas são conhecidas por serem extremamente caras de serem tratadas. Para obras de baixo custo e com uma viabilidade apertada, o procedimento de impermeabilização de fachadas deve ser bem descrito, testado, homologado e principalmente acompanhado pelos canteiros executores, sendo tal atividade, primordial para evitar o desvio no planejamento e no custo do empreendimento.

Acredita-se que as fachadas de obras habitacionais são pouco inspecionadas, antes, durante e após a execução dos serviços que por elas passam. Nota-se que nos canteiros de obras, os executores supõem que as juntas de fachadas não precisam ser impermeabilizadas e ainda pode ser notado que o tempo de cura entre demãos também não é definido e/ou não é respeitado.

Para garantir a qualidade da impermeabilização da fachada de uma obra composta por um sistema pré-fabricado de painéis mistos de alvenaria de vedação e concreto ligados com pilares e vigas, deve-se definir um procedimento no qual antes de ser executado passa-se por ensaios de estanqueidade, calor e choque térmico das interfaces.

Tem-se ainda como objetivo desta monografia, analisar os problemas que levam uma impermeabilização mal executada definindo um procedimento com base nos ensaios realizados além de levantar impactos para os clientes finais com fachadas doentes evidenciando a dilatação térmica das juntas e por fim, mostrar a importância de realizar manutenções preventivas do sistema afim de evitar as manutenções corretivas que podem ser mais onerosas para o cliente e condomínio.

# CAPÍTULO 1

## SISTEMA CONSTRUTIVO HABITACIONAL

A seguir serão apresentados os constituintes mais importantes de uma fachada e o estado da arte do sistema construtivo.

### 1.1 Sistema

De acordo com DATec 012-C (2017), o sistema é composto por painéis pré-fabricados mistos com concreto armado e blocos cerâmicos para paredes não estruturais de edifícios residenciais de até 16 pavimentos. Os painéis são produzidos na horizontal em formas metálicas conforme figura 01.

**Figura 1:** Concretagem dos painéis. **Fonte:** DATec 012 (2017)



A estrutura é convencional, pré-fabricada em concreto armado protendido e as ligações entre vigas, pilares e lajes seguem o projeto estrutural. A montagem é iniciada com a vinculação dos pilares à fundação do bloco. Após a montagem dos pilares pré-fabricados, os painéis são montados e ligados aos pilares com solda

garantindo o alinhamento e o prumo das peças. As vigas de concreto são montadas sob placas de poliestireno (EPS). Com a finalização da vinculação das vigas aos pilares, inicia-se a distribuição das pré-lajes de concreto sobre o escoramento. Com as pré-lajes distribuídas, a armação negativa é executada e o complemento da concretagem promove a ligação monolítica entre os pilares, vigas e lajes (DATEC 012C, 2017)

## 1.2 Montagem dos pilares pré-fabricados

De acordo com DATec 012-C (2017) a montagem dos pilares inicia-se após a conferência topográfica dos eixos e cotas de nivelamento dos blocos de fundação.

**Figura 2:** Montagem dos pilares inferiores. **Fonte:** DATec 012 (2017)



### 1.3 Montagem dos painéis pré-fabricados

Os pilares da fachada, possuem abas de 50mm de largura em toda sua altura com função de receber e apoiar os painéis que serão montados posteriormente. Os painéis são soldados nos pilares e recebem uma argamassa expansiva na região da junta entre o painel e o pilar. Os painéis são posicionados sobre uma argamassa industrializada aplicada sobre a laje (DATEC 012C, 2017)

**Figura 3:** Montagem dos painéis. **Fonte:** DATec 012 (2017)



### 1.4 Montagem das vigas e lajes da estrutura pré-fabricada

De acordo com DATec 012-C (2017), as vigas pré-fabricadas são apoiadas sobre placas de poliestireno (EPS) e em sequência, aplica-se a armação negativa conforme projeto estrutural para execução da ligação hiperestática.

As pré-lajes são montadas sobre escoramento metálico no qual são distribuídos as armações negativas e os chicotes elétricos que recebem o capeamento complementar.

**Figura 4:** Montagem das pré-lajes. **Fonte:** DATec 012 (2017)



**Figura 5:** Distribuição da armadura negativa e chicotes elétricos. **Fonte:** DATec 012 (2017)



## 1.5 Encunhamento das interfaces

Após a montagem de todos os elementos pré-fabricados da estrutura, pilares, painéis, vigas e lajes deve-se realizar o encunhamento da junta entre o painel e a viga conforme foto abaixo:

**Figura 6:** Junta provocada pela placa de EPS após a montagem dos elementos. **Fonte:** Arquivo Pessoal



Afim de eliminar qualquer material solto, as rebarbas de concreto são retiradas e o isopor é queimado. O encunhamento é executado com traço definido em procedimento com argamassa industrializada, aditivo expander e água e deve tampar qualquer fresta ou abertura que possibilitem a passagem de água. Após o encunhamento, é realizado uma cura úmida de 72 horas.

**Figura 7:** Interface dos elementos pré-fabricados encunhada. **Fonte:** Arquivo Pessoal



## **CAPÍTULO 2**

### **IMPERMEABILIZAÇÃO EM FACHADAS**

#### **2.1 Impermeabilização**

Os Sistemas impermeabilizantes têm como objetivo a proteção das edificações de modo a garantir a elas uma maior vida útil, através da manutenção de ambientes saudáveis, permitindo assim o conforto dos usuários (ARANTES,2007). De acordo com Jonov (2008), o sistema construtivo de proteção de uma edificação contra as condições de meio ambiente que ela está inserida, denomina-se impermeabilização. Esta proteção tem o objetivo de alcançar, no mínimo a durabilidade da edificação; o conforto e saúde dos usuários e a proteção ao meio ambiente.

De acordo com Instituto Brasileiro de Impermeabilização (2009), existem 10 fatores primordiais para garantir a estanqueidade de uma fachada começando pelo estudo de traço e dosagem da argamassa do revestimento, tendo atenção aos horários para execução do reboco e sarrafeamento da fachada atrelado às condições climáticas, prever pingadeiras, executar as juntas de dilatação das fachadas realizando a cura adequada não perdendo foco à calafetação de esquadrias e ar condicionado, compatibilização e correta interligação da estrutura com os painéis de fechamento, analisando deformações excessivas da estrutura afim de garantir a aderência do revestimento ao substrato através de preparo das superfícies e a capacidade da pintura da fachada evitar penetração de água.

As fissuras provocadas por retração, são patologias comuns em fachadas e são causadas basicamente por erros de dosagem, não consideração do clima e a falta de cura. Permitir a passagem de fluídos, compromete o revestimento sendo necessária a intervenção corretiva. Para correção, deve-se utilizar produtos flexíveis que absorvem deformações causadas por variações térmicas. Alguns destes revestimentos flexíveis podem ser pigmentados. Fissuras nas ligações entre diferentes elementos construtivos podem ser ocasionados por módulos de elasticidade distintos, falta de juntas de dilatação, deformações excessivas e podem ser evidenciadas no encontro entre pilares e alvenaria, lajes e alvenaria, vigas e

alvenaria. Para tratativa desta patologia, deve-se utilizar reboco estruturado, mastiques, pinturas acrílicas elastoméricas e telas (INSTITUTO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO, 2009).

## **2.2 Pintura acrílica**

As tintas acrílicas apresentam maior durabilidade, maior resistência às intempéries, à produtos químicos, proliferação de algas e fungos, maior resistência ao descascamento e à formação de bolhas tendo melhor adesão à substratos sob condições úmidas. Tais resinas, são obtidas da reação entre a polimerização de monômeros acrílicos com metacrilato de metila e o acrilato de butila e podem ser dissolvidas em água ou em solventes orgânicos (ANGHINETTI, 2012)

## **2.3 Pintura elastomérica**

As tintas elastoméricas destinam-se para uso em telhados, pisos, tijolos, concreto, lajes. Também pode ser usada como tinta para demarcação de tráfego apresentando uma ótima resistência. Pode ser lisa ou brilhante e possui alta flexibilidade transformando em uma membrana impermeável que evita manchas, prevenindo fissuras e ainda permite isolamento térmico.

## **2.4 Mastique**

O mastique tem a função de selante de juntas de concreto, madeiras, pedras, juntas de piso, placas pré-moldadas, juntas de fachada e juntas de dilatação. É um selante flexível, monocomponente a base de poliuretano flexível.

## **2.5 Membrana Híbrida**

As membranas híbridas têm a função de impermeabilizar telhados, coberturas, lajes e áreas com geométrica complexa. É monocomponente, impermeável, solúvel em água, componente acrílico de membrana de poliuretano modificado.

## **2.6 Juntas**

Existem vários tipos de juntas para serem executadas em uma obra, cada uma com sua especificação e tipo de tratativa diferente com materiais distintos:

## **2.7 Juntas de movimentação**

De acordo com a ABNT NBR 13755:2017 devem ser executadas juntas verticais em fachadas no máximo a cada 3 m ou a cada pé direito, na região de encunhamento da alvenaria ou a cada 6 m na horizontal. As juntas de movimentação devem ser preenchidas com selantes flexíveis, à base de poliuretano, polissulfetos ou silicones (ROSCOE, 2008).

## **2.8 Juntas de assentamento**

De acordo com as NBR's 13753, 13754 e 13755 (ABNT, 1996), são funções das juntas de assentamento:

- Facilitar o perfeito preenchimento, garantindo a vedação;
- Oferecer poder de acomodação das movimentações da base e das cerâmicas;
- Facilitar a troca de peças cerâmicas;
- Compensar variações de bitolas de cerâmicas;
- Atender estética.

## **2.9 Juntas de dessolidarização**

De acordo com Magalhães (2008), devem ser executadas no perímetro da área revestida, no encontro de áreas revestidas com pisos e forros, pilares, vigas ou com outros tipos de revestimentos, e onde ocorre mudança de materiais. Consistem em espaços regulares cuja função é separar o revestimento da base para aliviar tensões provocadas pela movimentação da base ou até mesmo do próprio revestimento.

Tais juntas, devem ser dimensionadas em função de movimentações previstas para o revestimento e da deformabilidade admissível do selante. O selante deve ser à base de poliuretano, silicone ou polissulfetos (MAGALHÃES, 2008).

## **2.10 Fachadas**

O conceito de revestimento e construção de fachada nas últimas décadas, foram revolucionados tecnologicamente, com a concepção de novos métodos, o surgimento de novos e eficientes materiais, e a indústria da construção acompanhou tal evolução e hoje consegue responder tecnologicamente às solicitações cada vez mais exigentes e criativas dos projetos arquitetônicos (GUERRA, 2010).

Os revestimentos utilizados nas fachadas dos edifícios, além de aumentar a valorização estética, possuem importante função de proteção do edifício, à vista disso é muito importante a realização de manutenção das fachadas. (GASPAR, 2009; SILVA et al., 2016).

De acordo com Souza (2016), as fachadas são elementos expostos às condições adversas, dentre elas as climatológicas, portanto possuem funções importantes de proteção do edifício e seus elementos e da própria estrutura. A manutenção é importante com objetivo de conservação das características e propriedades durante o período de vida útil deste sistema, respeitando os níveis mínimos de desempenho. A interface das fachadas com os demais componentes, elementos e sistemas da edificação, como caixilhos, esquadrias, estruturas, coberturas, pisos e instalações, provocam a necessidade de uma abordagem conjunta do desempenho dos elementos e sistemas que interagem entre si (JERNBERG et al., 2004; FLORES; BRITO, 2002). A perda gradual do desempenho pode estar associada ao processo de degradação. As anomalias presentes nas fachadas são, resultados do não atendimento dos requisitos e critérios de desempenho estabelecidos para que cumpram suas funções, bem como também podem ser resultantes dos processos de degradação (ABNT NBR 15575-1, 2013).

## **CAPÍTULO 3**

### **ENSAIOS LABORATORIAIS**

#### **3.1 Relato da pesquisa**

Com objetivo de enaltecer ainda mais esta pesquisa quantitativa, um ensaio laboratorial prático de estanqueidade e de calor e choque térmico da interface da estrutura-painel do sistema construtivo de painéis de vedação pré-fabricados mistos utilizados em edifícios foi realizado no Laboratório de Análise Experimental de Estruturas – LAAES – UFMG.

O ensaio foi acompanhado pelo Professor Doutor Roberto Márcio da Silva e pelo Engenheiro responsável da empresa de pré-fabricados Ricardo William Santos Luciano que redigiu as instruções de trabalho para serem replicadas durante o teste de forma a validar tecnicamente o procedimento.

#### **3.2 Metodologia de obtenção dos dados**

Para elaboração do procedimento e posterior validação técnica em laboratório e canteiro de obras analisou-se dados de assistência técnica e patologias referentes à infiltração de fachadas através das juntas pré-fabricadas.

No ano de 2016 a construtora registrou através da área de relacionamento com clientes um total de 1550 chamados de assistência técnica e este número que nos anos anteriores era controlado, preocupou a direção da empresa que resolveu analisar criticamente o que estava acontecendo para este crescimento elevado nos chamados. Diante dos números na mesa, evidenciou-se que 60% dos chamados eram referentes às infiltrações de fachadas provenientes das fortes chuvas que ocorreram no ano em questão.

As infiltrações de fachada foram responsáveis pelo aumento do efetivo de assistência técnica da empresa, depreciação do nome da construtora perante ao mercado e aos seus clientes e um custo elevado na tratativa da doença.

Reolveu-se então através de toda área de engenharia e assistência técnica da empresa levantar as principais causas para as patologias de fachada afim de

encontrar uma causa raiz e posteriormente definir uma tratativa para encerrar as ocorrências e evitar uma nova enxurrada de chamados desta finalidade.

**Figura 8:** Registro interno do apartamento do cliente com infiltração. **Fonte:** Arquivo Pessoal



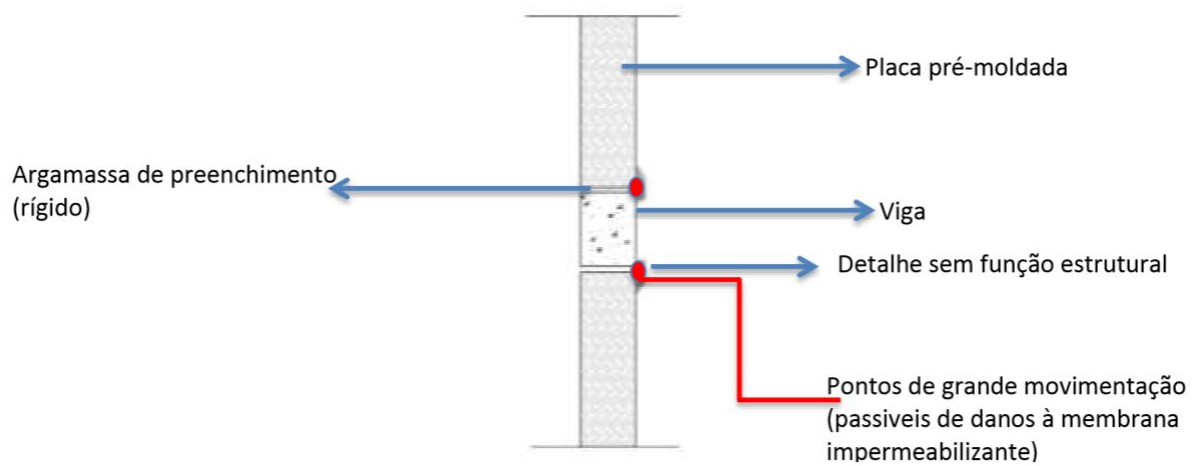
**Figura 9:** Registro interno do apartamento do cliente com infiltração. **Fonte:** Arquivo Pessoal



**Figura 9:** Ponto de infiltração – visto internamente. **Fonte:** Arquivo Pessoal



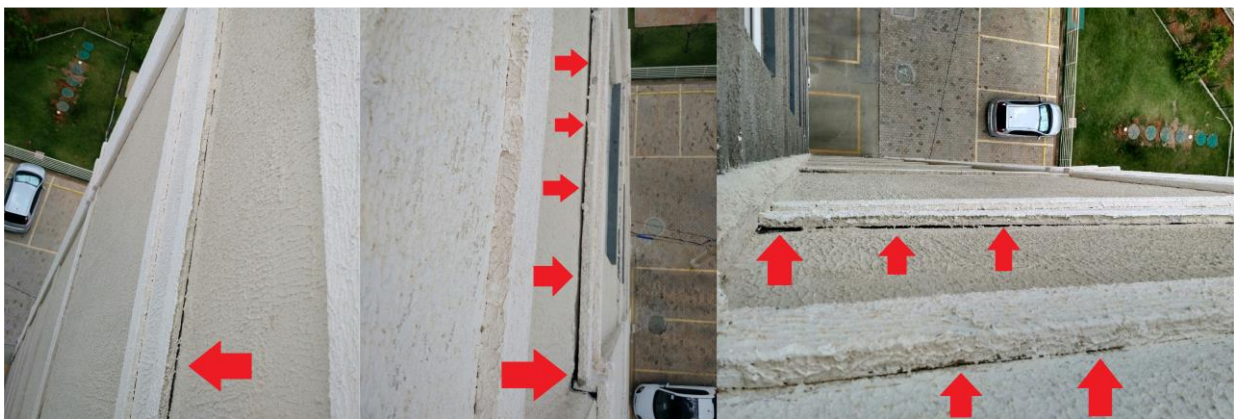
**Figura 10:** Corte da viga e dos painéis evidenciando o ponto de infiltração. **Fonte:** Arquivo Pessoal



**Figura 11:** Vista panorâmica do bloco com pontos de acúmulo de água. **Fonte:** Arquivo Pessoal



**Figura 12:** Vista superior do bloco com pontos passíveis de entrada de água. **Fonte:** Arquivo Pessoal



**Figura 13:** Descolamento de textura. **Fonte:** Arquivo Pessoal



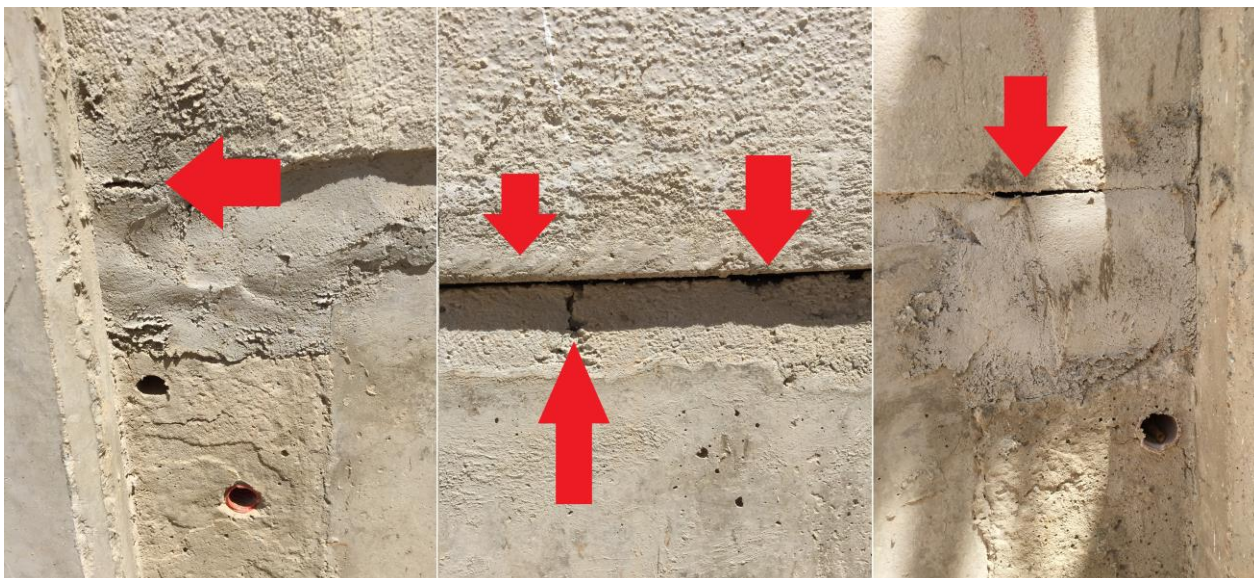
**Figura 14:** Trincas na textura. **Fonte:** Arquivo Pessoal



**Figura 15:** Micro-furos causados por excesso de diluição. **Fonte:** Arquivo Pessoal



**Figura 16:** Encunhamento da junta com frestas. **Fonte:** Arquivo Pessoal



Diante de todas as evidências acima, a construtora concluiu que as patologias nas fachadas eram devido aos fatores:

- O tempo de cura para o encunhamento estava inadequado;
- O material impermeabilizante utilizado não estava especificado e homologado;

- O tempo entre as demãos do material impermeabilizante não estava sendo respeitado conforme ficha técnica do fornecedor;
- As fissuras e trincas das juntas e tintas não estavam sendo tratadas antes da impermeabilização;
- Os condomínios nunca realizaram manutenções preventivas do sistema.

Tais ocorrências causaram muitos prejuízos à construtora, financeiros, prazos de obra e principalmente moral perante aos seus clientes. Por isso, diante de todos os dados e ocorrências levantadas, decidiu-se elaborar uma instrução de trabalho para impermeabilização de fachadas, homologar em laboratório capacitado e instruir clientes através do manual do proprietário a realização de manutenções preventivas do sistema de estanqueidade.

Conforme item 2.1.4 desta monografia antes de executar a impermeabilização da fachada deve-se realizar o encunhamento das juntas dado traço apresentado abaixo:

- 1 saco de argamassa AC II (20kg);
- 4,5 litros de água;
- 260g de aditivo expensor;

Aplicar três demãos de membrana líquida de poliuretano e acrílico para impermeabilização. A primeira demão deve ser diluída em 20% de água, depois aplicar as demais demãos (sem o adicionamento de água). Entre a 1º e 2º demão aplicar a tela poliéster. Durante as aplicações do produto deve-se aguardar um intervalo de tempo de 2 horas entre cada demão. As aplicações devem ser realizadas em sentidos contrários.

**Figura 17:** Junta antes da aplicação da 1ª demão. **Fonte:** Arquivo Pessoal



**Figura 18:** Junta durante a aplicação da 1ª demão. **Fonte:** Arquivo Pessoal



**Figura 19:** Junta depois da aplicação das 03 demãos + tela. **Fonte:** Arquivo Pessoal



**Figura 20:** Vista da fachada impermeabilizada e com trincas e fissuras tratadas.

**Fonte:** Arquivo Pessoal



### 3.3 Resultados obtidos e análise dos dados

Com procedimento elaborado, antes de escalonar para todos empreendimentos, realizou-se um ensaio baseado na ABNT NBR 15575-04:2013 – Desempenho de Edifícios – parte 04: fachadas e paredes internas – Anexo C – Verificação, em laboratório da estanqueidade à água de sistemas de vedação verticais externos (SVVE) – método e ensaio e Anexo E – Verificação do comportamento de SVVE exposto à ação de calor e choque-térmico – Método e ensaio.

Conforme ABNT NBR 15575 - parte 04 (2013), paredes externas, incluindo revestimentos, devem ser submetidas a dez ciclos de exposição ao calor e resfriamento por meio de jatos de água e não podem apresentar:

- Deslocamento horizontal instantâneo, no plano perpendicular ao corpo de prova, superior a  $h/300$ , onde  $h$  é a altura do corpo de prova;
- Ocorrência de falhas, como fissuras, destacamentos e outros danos que possam comprometer a durabilidade da parede de fachada.

A ABNT NBR 15575:2013 – parte 04 específica em seu anexo E um método de ensaio para verificação do comportamento de SVVE exposto à ação de calor e choque térmico, realizado com 10 ciclos de aquecimento e resfriamento. Neste ensaio, devem ser registradas: a ocorrência de fissuras, trincas, descolamentos ou outras deteriorações em ambas as faces do corpo de prova; o deslocamento horizontal após 45 min da estabilização da temperatura superficial em  $(80 \pm 3) ^\circ\text{C}$ , e imediatamente após o resfriamento.

**Figura 21:** Painel de radiação para aquecimento da parede pré-fabricada. **Fonte:** LAEES – UFMG



De acordo com Silva (2017), afim de avaliar a Estanqueidade à água de chuva, posterior ao ensaio de calor e choque térmico que realizou 10 ciclos de aquecimento e resfriamento, o painel foi ensaiado à estanqueidade, baseado na ABNT NBR 15575:2013 – parte 4, utilizando-se o método de ensaio descrito no seu anexo C. Tal ensaio laboratorial consistiu em, durante 7 horas, submeter a face externa do corpo-de-prova a uma vazão de água de 3 litros/min/m<sup>2</sup>, criando uma película homogênea e contínua, com a aplicação simultânea de uma pressão pneumática de 50 Pa sobre o sistema pré-fabricado. A execução dos ensaios e os equipamentos utilizados atenderam às prescrições dos ANEXOS C e E da NBR 15.575:2013 - Parte 4.

**Figura 22:** Câmara para ensaio de estanqueidade. **Fonte:** LAEES – UFMG



**Figura 23:** Painel e junta impermeabilizada conforme procedimento preparado para ensaio. **Fonte:** LAEES – UFMG



**Figura 24:** Aquecimento da junta e parede com uso de painel radiante. **Fonte:** LAEES – UFMG



**Figura 25:** Resfriamento do painel com água. **Fonte:** LAEES – UFMG



**Figura 26:** Controle sistêmico digital da temperatura na face exposta do painel ao aquecimento e resfriamento. **Fonte:** LAEES – UFMG



Destaca-se abaixo o resultado obtido no ensaio de calor e choque térmico:

Ciclo	Observações	Critérios de desempenho
1°	Não foram observadas fissuras, destacamentos, empolamentos, nem descoloramentos, ou qualquer dano em toda a superfície do painel, junto à junta, exposta ao calor	<p><b>As paredes externas, incluindo seus revestimentos, submetidas a dez ciclos sucessivos de exposição ao calor e resfriamento por meio de jato de água, não podem apresentar ocorrência de falhas como fissuras, destacamentos, empolamentos, descoloramentos e outros danos que possam comprometer a utilização do SVVE.</b></p> <p><b>APROVADO.</b></p>
2°	Não foram observadas fissuras, destacamentos, empolamentos, nem descoloramentos, ou qualquer dano em toda a superfície do painel, junto à junta, exposta ao calor	
3°	Não foram observadas fissuras, destacamentos, empolamentos, nem descoloramentos, ou qualquer dano em toda a superfície do painel, junto à junta, exposta ao calor	
4°	Não foram observadas fissuras, destacamentos, empolamentos, nem descoloramentos, ou qualquer dano em toda a superfície do painel, junto à junta, exposta ao calor	
5°	Não foram observadas fissuras, destacamentos, empolamentos, nem descoloramentos, ou qualquer dano em toda a superfície do painel, junto à junta, exposta ao calor	

6°	Não foram observadas fissuras, destacamentos, empolamentos, nem descoloramentos, ou qualquer dano em toda a superfície do painel, junto à junta, exposta ao calor
7°	Não foram observadas fissuras, destacamentos, empolamentos, nem descoloramentos, ou qualquer dano em toda a superfície do painel, junto à junta, exposta ao calor
8°	Não foram observadas fissuras, destacamentos, empolamentos, nem descoloramentos, ou qualquer dano em toda a superfície do painel, junto à junta, exposta ao calor
9°	Não foram observadas fissuras, destacamentos, empolamentos, nem descoloramentos, ou qualquer dano em toda a superfície do painel, junto à junta, exposta ao calor
10°	Não foram observadas fissuras, destacamentos, empolamentos, nem descoloramentos, ou qualquer dano em toda a superfície do painel, junto à junta, exposta ao calor

**Tabela 01:** Resultado do Ensaio de Exposição ao Calor e Choque Térmico. **Fonte:** LAEES – UFMG

Abaixo, destaca-se dados referente ao ensaio de estanqueidade, realizado após o ensaio de calor e choque térmico:

**Figura 27:** Face do painel recebendo a vazão de água após ensaio de calor e choque térmico. **Fonte:** LAEES – UFMG



**Figura 28:** Face oposta do painel após o ensaio de estanqueidade e ensaio de calor e choque térmico. **Fonte:** LAEES – UFMG



Diante dos ensaios realizados os resultados foram:

Pressão (Pa)	Vazão (L /min/m <sup>2</sup> )	Tempo (h)	Área do painel exposta à água (m <sup>2</sup> )	Área molhada do painel na face oposta (m <sup>2</sup> )	Observações
50	3,0	7,0	2,25	0,00	Não houve manchamento do painel na face oposta, na região da junta  <b>APROVADO.</b>

**Tabela 02:** Resultado do Ensaio de Estanqueidade. **Fonte:** LAEES – UFMG

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Tendo em vista o problema desta pesquisa, a hipótese e os objetivos apresentados, foi possível identificar a causa raiz das patologias de infiltrações de fachadas causadas no processo construtivo bem como a gravidade para esta patologia quando não acompanhada e verificada em obra. O problema nasce em um procedimento mau elaborado e mau testado tecnicamente e desencadeia nos processos executivos causando danos morais aos clientes e prejuízos financeiros à construtora, fazendo com que a viabilidade da obra fique negativa.

Foi possível verificar que ensaios técnicos e normatizados, antes de processos serem padronizados para produção em escala, sejam realizados afim de comprovar a eficiência do processo para garantir a boa execução e a vida útil do sistema.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Edifícios habitacionais– Desempenho Parte 4: Parte 4: fachadas e paredes internas - Anexo C - Verificação, em laboratório, da estanqueidade à água de SVVE – Método de ensaio: **NBR 15575**, Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Edifícios habitacionais– Desempenho Parte 4: Parte 4: fachadas e paredes internas - Anexo E - Verificação do comportamento de SVVE exposto à ação de calor e choque térmico – Método de Ensaio: **NBR 15575**, Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT **NBR 15575-1** Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Revestimento de piso interno ou externo com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento. **NBR 13753**, Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Revestimento de paredes internas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento. **NBR 13754**, Rio de Janeiro, 1996

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento. **NBR 13755**, Rio de Janeiro, 1996.

ANGHINETTI, Izabel Cristina Barbosa. **Tintas, suas propriedades e Aplicações Imobiliárias**. Belo Horizonte, UFMG, 2012.

ARANTES, Y. C., **Uma visão Geral Sobre Impermeabilização na Construção Civil**, CECC - UFMG. 2007.

BORDALO, R.; BRITO, J. P.; GASPAR, L.; SILVA, A. Abordagem a um modelo de previsão da vida útil de revestimentos cerâmicos aderentes - *Service life prediction modelling of adhesive ceramic tiling systems*. **Teoria e Prática na Engenharia Civil**, 2010.

FLORES, I. S.; BRITO, J. **Estratégias de Manutenção em Fachadas de Edifícios**. Revista Engenharia Civil, p. 47–58, 2002.

GUERRA, João. **Revestimentos de fachada**. Universidade Federal da Bahia, 2010.

JERNBERG, P.; SJÖSTRÖM, C.; LACASSE, M. A.; BRANDT, E.; SIEMES, T. *Service life and durability research*. In: **Guide and Bibliography to Service Life and Durability Research for Buildings and Components**. CIB Publication 295, p.11-59. CIB, 2004

JONOV, Prof<sup>a</sup> Cristiane M. P. , SILVA, Prof. Adriano de P. **Parecer Técnico Centro Administrativo**. Escola de Engenharia – DEMC – UFMG. 2008.

MAGALHÃES, T. C. M. **Influência da pigmentação e/ou da quantidade de aditivo hidrorrepelente na patologia de desagregação da argamassa de rejuntamento**. Belo Horizonte, UFMG, 2008.

ROSCOE, M. T. **Patologias em revestimento cerâmico de fachada**. Belo Horizonte, UFMG, 2008.

SILVA, R. M. **Relatório técnico de ensaio de estanqueidade e de calor e choque térmico da interface estrutura-painel do sistema construtivo Precon de painéis de vedação pré-fabricados mistos utilizados em edifícios**. Belo Horizonte, LAEES – UFMG, 2017.

SITE DO INSTITUTO BRASILEIRO DE IMPERMEABILIZAÇÃO. Disponível em: <<https://ibibrasil.org.br/>> Acesso em 11 de junho de 2018.

SITE DA EMPRESA ELASTEQ. Disponível em: <<http://www.elasteq.com.br/portfolio-view/elasteq-membrana-hibrida-pud/>> Acesso em 18 de junho de 2018e.

SITE DO PROGRAMA BRASILEIRO DA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DO HABITAT, DATec-C 012. **Documento de Avaliação Técnica**. Disponível em: <[http://pbqp-h.cidades.gov.br/projetos\\_sinat.php](http://pbqp-h.cidades.gov.br/projetos_sinat.php)> Acesso em 14 de setembro de 2018.

SOUZA, J. S. **Evolução da degradação de fachadas – efeito dos agentes de degradação e dos elementos constituintes**. Universidade de Brasília, Brasília, 2016