

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

**SAMANTHA SANTOS FERNANDES**

**LEVANTAMENTO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM FACHADAS:**

Estudo de caso de um edifício situado no município de Porto Alegre

Porto Alegre  
Outubro de 2022

SAMANTHA SANTOS FERNANDES

**LEVANTAMENTO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM FACHADAS:**

Estudo de caso de um edifício situado no município de Porto Alegre

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Tregnago Pagnussat  
Coorientadora: Prof. Dra. Fernanda Lamego Guerra

Porto Alegre  
Outubro de 2022

**SAMANTHA SANTOS FERNANDES**

**LEVANTAMENTO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM  
FACHADAS: estudo de caso de um edifício situado no  
município de Porto Alegre**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pela Banca Examinadora, pelo/a Professor/a Orientador/a e pela Comissão de Graduação do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, 14 de outubro de 2022

Prof. Dr. Daniel Tregnago Pagnussat, UFRGS  
Orientador

Profa. Dra. Fernanda Lamego Guerra, UFRGS  
Orientadora

**Banca Examinadora**

Ma. Caroline Giordani, UFRGS

Enga. Civil Marciele Monique Lazzari Klein, UFRGS

*“A educação é o nosso passaporte para o  
nosso futuro, pois, o amanhã pertence as  
pessoas que se preparam hoje”*

*Malcolm X*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço em primeiro lugar, do fundo do meu coração, aos meus pais, Elaine e Roberto, pessoas fundamentais para o meu desenvolvimento como ser humano ao transmitirem valores essenciais à minha vida, tais como: empatia, solidariedade, ética e respeito ao próximo. Mesmo com limitados recursos financeiros, vocês fizeram de tudo para que eu pudesse alcançar os meus objetivos, muitas vezes com o próprio sacrifício para que isto pudesse acontecer. Meus amores, a vitória é nossa!

Agradeço às minhas irmãs Natália e Sofia pela parceria e amizade. Amo vocês, gurias. Agradeço a todos os meus ancestrais pela dedicação de cada um para que eu me tornasse a primeira Engenheira Civil da família, e a formanda pioneira pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Sei que os esforços não foram fáceis, mas a luta continua, e eu prometo sempre deixar as portas abertas para que nós, pretos, ocupemos todos os espaços.

Aos meus colegas de trabalho, por toda orientação, aprendizado e apoio que obtive para desempenhar minhas funções e aplicar na prática todos os conhecimentos que aprendi no meio acadêmico. Gostaria de agradecer também ao meu orientador Daniel Pagnussat, professor a quem aprendi a respeitar e admirar. Agradeço de coração por todo seu tempo dedicado a este trabalho, me auxiliando com muita competência, sempre sendo paciente, ajudando-me a solucionar minhas dúvidas. Agradeço a minha coorientadora Fernanda Lamego Guerra, por todas as orientações, e incentivo que me deste ao longo de todo o trabalho.

Agradeço a todos os familiares, amigos e colegas de serviço que de qualquer modo estiveram presentes e acompanharam o meu desenvolvimento profissional e como ser humano.

## RESUMO

Atualmente, tanto no cenário nacional quanto no internacional, a indústria da construção civil é caracterizada pelo uso de novos materiais e pelo desenvolvimento de técnicas construtivas que necessitam de validação científica quanto a sua eficiência. No que diz respeito aos sistemas de revestimento de fachadas, apesar dos avanços tecnológicos, a incidência de manifestações patológicas ainda é recorrente, demonstrando a relevância do tema. As manifestações patológicas podem causar desconforto estético e reduzir a durabilidade e vida útil da estrutura. O presente trabalho visa estudar de forma colaborativa as manifestações patológicas através de uma abordagem sistemática e prática que enfatiza a importância dos procedimentos de exame para melhor compreensão dos mecanismos envolvidos no aparecimento de danos e relacioná-los com as áreas de maior probabilidade de ocorrência nas fachadas. A análise de testes aprovados pela NBR 15575:2021 – Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas, permite formular um diagnóstico mais preciso. A metodologia utilizada baseou-se principalmente em: revisão bibliográfica, análise de documentação; inspeção visual, diálogo com pessoal relevante, identificação de manifestações patológicas e mecanismos associados; mapeamento de fachada; tratamento dos dados recolhidos em campo através da quantificação e classificação das manifestações patológicas em torno de regiões da fachada, previamente definidas; proposição das regiões com maior probabilidade de incidência, diagnóstico, e por fim apresentação de um plano de ações interventivas para os sistemas construtivos deteriorados. A metodologia foi aplicada a um edifício situado na cidade de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, cujos dados e mapeamento foram obtidos através do setor de Assistência Técnica de uma construtora de alto padrão. Por fins legais, não foi possível citar o nome da empresa. A pesquisa permitiu constatar como manifestações patológicas de maior ocorrência: o descolamento e deslocamento do revestimento de argamassa; fissuração; falhas de rejunte; eflorescências e falhas de vedação na interface esquadria/alvenaria. Evidenciaram-se, como regiões mais críticas para a incidência destes danos, a região no entorno das aberturas (esquadrias, elementos vazados) e nas transições entre pavimentos. Por fim, são feitas sugestões preventivas para evitar o surgimento das manifestações patológicas em empreendimentos futuros, a partir da compreensão dos mecanismos de deterioração envolvidos no surgimento dos danos.

**Palavras-chave:** Manifestações patológicas, fachadas, diagnóstico, plano de intervenção

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Origem dos problemas patológicos com relação às etapas de produção e uso das obras.....	17
Figura 2: Classificação das patologias.....	27
Figura 3: Trinca horizontal na base da parede.....	30
Figura 4: Trinca vertical nos encontros entre paredes e pilares.....	30
Figura 5: Fissuras inclinadas.....	31
Figura 6: Fissuras mapeadas.....	31
Figura 7: Fachada do empreendimento.....	40
Figura 8: Planta de situação do Edifício.....	41
Figura 9: Implantação do edifício .....	41
Figura 10: Fachada lateral direita.....	42
Figura 11: Fachada frontal .....	42
Figura 12: Infiltrações na edificação .....	43
Figura 13: Infiltrações dentro das unidades .....	44
Figura 14: Imagem termográfica de infiltração na lateral da janela no Apartamento 1401 .....	46
Figura 15: Lateral da janela no Apartamento 1401. ....	46
Figura 16: Imagem termográfica mostrando infiltração no canto da janela do apartamento 1401 .....	47
Figura 17: Foto da água percolando no canto da janela do apartamento. ....	47
Figura 18: Imagem termográfica indicando umidade ascendente no apartamento 1401.....	48
Figura 19: Imagem termográfica indicando infiltração sobre a janela do apartamento 1102.....	48
Figura 20: Técnicos de inspeção molhando a fachada .....	49
Figura 21: Condição inicial das faces internas dos exemplares.....	50
Figura 22: Ensaio de Estanqueidade: equipamento para aspersão de água constante. ....	51
Figura 23: Teste de estanqueidade – abertura para verificação de umidade na alvenaria.....	52
Figura 24: Ensaio de Estanqueidade: bicos para projeção da água contra a parede. ....	52

Figura 25: Ensaio de Estanqueidade: pressão constante de água .....	53
Figura 26: Ensaio de permeabilidade do revestimento. ....	54
Figura 27: Volume absorvido pelo revestimento.....	55
Figura 28: Fissura no interior da caixa e infiltrações abaixo da mesma. ....	56
Figura 29: Infiltração de água abaixo da caixa. ....	56
Figura 30: Infiltração de água acima da caixa .....	57
Figura 31: Teste em revestimento com aplicação de pintura sobre textura.....	57
Figura 32: Martelo utilizado para teste de percussão.....	59
Figura 33: Teste de percussão, fissuras verticais observadas.....	60
Figura 34: Mapa de incidências de patologias por fachada .....	61
Figura 35: Manifestações patológicas detectadas no edifício A.....	64
Figura 36: Remoção do material deteriorado e composta nova camada de chapisco do tipo convencional.....	64
Figura 37: Solução para regiões com som cavo na estrutura.....	68
Figura 38: Furações no revestimento sobre estrutura.....	68
Figura 39: Aplicação produto epóxi.....	68
Figura 40: Produto Epóxi.....	69
Figura 41: Fragmento retirado no ensaio .....	70
Figura 42: Ensaio de tração .....	71

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Patologias da construção .....	21
Tabela 2: Funções do revestimento .....	25
Tabela 3: Composição dos elementos .....	50
Tabela 4: Equipamentos utilizados.....	51
Tabela 5: Volume infiltrado no revestimento .....	55
Tabela 6: Anomalias e possíveis causas .....	65

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2. OBJETIVO PRINCIPAL .....</b>	<b>12</b>
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
<b>3. CONCEITOS BÁSICOS.....</b>	<b>13</b>
3.1 DESEMPENHO .....	13
3.2 VIDA ÚTIL (VU) E DURABILIDADE .....	14
3.3 MANUTENÇÃO .....	15
<b>4. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DAS CONSTRUÇÕES.....</b>	<b>17</b>
4.1 ORIGEM.....	17
4.2 CAUSA E CONSEQUÊNCIA .....	18
<b>5. FATORES DE DEGRADAÇÃO .....</b>	<b>19</b>
5.1 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS GERADAS NA FASE DE PROJETO .....	19
5.2 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS GERADAS NA FASE DE CONSTRUÇÃO.....	20
5.3 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS GERADAS NO EMPREGO DE MATERIAIS .....	22
5.4 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS GERADAS NA FASE DE UTILIZAÇÃO .....	22
<b>6. SISTEMA DE REVESTIMENTO DE FACHADAS .....</b>	<b>24</b>
6.1 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM REVESTIMENTOS DE FACHADA.....	26
<b>7. METODOLOGIA .....</b>	<b>38</b>
7.1 COLETA DE DADOS.....	38
7.2 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO .....	39
<b>8. DIAGNÓSTICO .....</b>	<b>45</b>
8.1 ENSAIO DE TERMOGRAFIA .....	45
8.2 ENSAIO DE ESTANQUEIDADE .....	50
8.3 ENSAIO DE PERMEABILIDADE .....	53
8.4 TESTE DE PERCUSSÃO .....	58
8.5 PRINCIPAIS FALHAS ENCONTRADAS NAS FACHADAS .....	62
<b>9. ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>	<b>63</b>
9.1 ANÁLISE GLOBAL DA EDIFICAÇÃO .....	63
9.2 ALTERNATIVAS DE REPAROS.....	66
9.3 SUGESTÕES DE MEDIDAS PREVENTIVAS.....	71
<b>10. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>72</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>73</b>
<b>ANEXO A – MAPA DE INCIDÊNCIAS DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS POR FACHADA .....</b>	<b>80</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A Antropologia é a ciência que estuda as civilizações humanas. Essa, por sua vez, afirma que, antes mesmo de se preocupar em caçar para se alimentar, o ser humano sentia forte necessidade de construir um lugar seguro para sobreviver, portanto, havia forte preocupação principalmente com a resistência da residência frente às intempéries. Além disso, a qualidade de vida passou a ser mais um item na decisão da construção da edificação. O tipo de moradia a ser construído era de fundamental importância, visto que seria ali que o ser humano se refugiaria de ataques de animais ou tribos inimigas.

Contemporaneamente, as edificações ficaram mais sofisticadas e variadas, podendo servir para diversos fins, desde moradias mais simples, até empreendimentos com inúmeros pavimentos. As atividades do cotidiano humano exigem maior praticidade e liberdade. A aplicação de técnicas corretas no uso da mão de obra e escolha de materiais a serem empregues farão a diferença no projeto final, inclusive no atendimento a aspectos de durabilidade do imóvel. Além disso, o correto planejamento e execução, somados à análise das condições climáticas em que a obra está inserida, à realização de manutenção periódica e vários outros fatores contribuem favoravelmente à longevidade da edificação.

A patologia das construções é o ramo da engenharia que estuda os sintomas, origens, formas de manifestação e causas das doenças ou defeitos que ocorrem nas edificações (CARMO, 2000), sendo, esta, a ciência que estuda os danos e deteriorações ocorridas nas construções, denominadas de manifestações patológicas.

O estudo das manifestações patológicas das construções é um campo amplo, capaz de auxiliar na manutenção preventiva. Desta forma, os estudos sobre os problemas existentes nas construções são essenciais, até mesmo porque estes servem de retro alimentação para novos processos construtivos (MEIRA, 2000).

O ciclo de vida de uma edificação envolve seu planejamento, projeto, fabricação, execução e uso. Segundo a Norma Brasileira 15575-1 (ABNT, 2013) – Desempenho de Edificações Habitacionais, o conceito de vida útil é tido como o período de tempo durante o qual o edifício (ou seus sistemas) mantém o desempenho esperado ao longo do tempo e, para que isto se torne possível, deve ser submetido às atividades de manutenção pré definidas em projeto, sendo, também, importante a

realização de manutenções que podem ser preventivas, preditivas, detectivas ou corretivas (SANTOS, 2020).

As manifestações patológicas podem ser oriundas de diversas etapas da construção, tais como na inadequação da elaboração do projeto, na falta de qualificação da mão de obra que resulta em problemas de execução, na aplicação de material de baixa qualidade, sendo estes alguns dos principais fatores.

Em relação à degradação, sabe-se que é um processo natural de qualquer estrutura, por isso a manutenção da edificação se torna primordial para o diagnóstico precoce das manifestações patológicas oriundas de uma das etapas mal elaboradas da construção ou até mesmo pelo tempo de utilização do imóvel, com a finalidade de aumentar a sua vida útil.

Visando esta problemática, este trabalho procura contribuir no estudo das principais manifestações patológicas verificadas nas fachadas de uma edificação localizada no município de Porto Alegre – RS, buscando identificar suas causas.

O estudo levou em consideração relatórios de ensaio executados para a formulação de um diagnóstico, bem como as medidas adotadas no canteiro de obras para a solução dos problemas observados.

## 2. OBJETIVO PRINCIPAL

O trabalho tem como principal objetivo avaliar a ocorrência das principais manifestações patológicas das fachadas e suas causas em um edifício residencial situado no município de Porto Alegre, através de uma análise *ex-post-facto* de dados obtidos a partir de laudos terceirizados e da própria construtora.

### 2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar as principais manifestações patológicas em fachadas no objeto de estudo;
- Classificar as ocorrências identificadas, relacionando-as com as possíveis falhas no projeto ou na execução;
- Apresentar alternativas técnicas para os reparos dos danos encontrados.

### 3. CONCEITOS BÁSICOS

Os tópicos apresentados no decorrer desse capítulo serão sobre os conceitos de desempenho, vida útil, durabilidade e manutenção.

#### 3.1 DESEMPENHO

Entende-se, por desempenho das edificações, o comportamento de uma edificação e de seus sistemas em uso, podendo-se atingir diferentes níveis, conforme exposição ao meio e à ação dos usuários.

Quando se fala em desempenho das edificações, tem-se que ter certeza de que, para a eficácia do mesmo, faz-se necessário o cumprimento de condições mínimas de lazer, funcionalidade, praticidade, resultando em melhor qualidade de vida para os usuários do imóvel.

Ao longo da vida útil, o desempenho poderá variar em função das condições de exposição e do desenvolvimento do trabalho nas etapas de projeto, construção e manutenção, bem como pode ser representado pelos atributos exigíveis das necessidades humanas. Por outro lado, a deterioração resulta das consequências ocorridas pelas alterações de uma estrutura ou de um material. Segundo Cremonini (1998):

O conceito de desempenho é antes de tudo o processo de pensar e trabalhar em termos de fins ao invés de meios, o que não significa que os meios são desconsiderados, mas que sua consideração ocorre através dos fins alcançados. (Cremonini, 1998, p. 18)

De acordo com Zuchetti (2015):

As edificações devem satisfazer condições mínimas quanto aos aspectos de habitabilidade, manutenibilidade e uso, normalmente expressos através de padrões ou critérios estabelecidos pela Norma Técnica NBR 15575 (ABNT, 2013). Estas condições são regulamentadas e descrevem as condições que devem ser atendidas pelos materiais e componentes das edificações. A qualidade da construção civil pode ser medida sob vários aspectos, por meio de uma análise comparativa entre 10 métodos construtivos diferentes em diferentes etapas do processo construtivo, tendo como referência as etapas básicas de concepção, projeto, execução e uso do produto final da construção (CBIC, 2013). Zuchetti (2015).

Para que as edificações mantenham a vida útil projetada, o usuário deve se atentar ao uso adequado da mesma, obedecendo às exigências feitas pelos

projetistas e incorporadores, realizando as manutenções preventivas e corretivas de acordo com o manual de uso, operação e manutenção, formatado conforme a norma técnica NBR 14037 (ABNT, 2014), e efetuando o procedimento e registros documentados das manutenções de acordo com a NBR 5674 (ABNT, 1999).

### 3.2 VIDA ÚTIL E DURABILIDADE

A vida útil (VU) de um edifício poderá ser determinada pela forma com que foi executada a sua construção, o correto uso do imóvel, tendo como principal foco, durante o uso, a manutenção da estrutura. Os materiais de construção possuem um certo prazo de validade, portanto, os edifícios, ao aplicarem tais materiais, igualmente apresentarão uma durabilidade que determinará a vida útil do imóvel.

A NBR 15575-1 define durabilidade como:

a [...] capacidade da edificação ou de seus sistemas de desempenhar satisfatoriamente suas funções ao longo do tempo sob as condições de uso e manutenção especificadas. (ABNT, 2013).

Segundo a NBR 15575-1, o termo durabilidade expressa o período esperado de tempo em que um produto tem potencial de cumprir as funções a que foi destinado, em um patamar de desempenho igual ou superior àquele pré-definido. Para tanto, há necessidade de correta utilização, bem como realização de manutenções periódicas, em estrita obediência às recomendações do fornecedor do produto. As manutenções devem recuperar parcialmente a perda de desempenho resultante da degradação.

Por fim, a vida útil (VU) compreenderá o período entre o projeto da obra, escolha dos materiais de construção, contratação de mão de obra qualificada, execução e conclusão da obra, qualidade de uso do imóvel por seus usuários, até o momento em que a edificação deixa de cumprir as exigências de durabilidade, necessitando, assim, da manutenção do imóvel.

### 3.3 MANUTENÇÃO

A manutenção é entendida como o conjunto de medidas necessárias para adequar as propriedades, resistência, aparência desejada, segurança e função de uma edificação à vida útil especificada do projeto (RIPPER; SOUZA, 1998).

Com relação à manutenção, o projeto tem influência fundamental na vida útil e no próprio custo das etapas de manutenção e uso. Assim, algumas das decisões tomadas durante o projeto influenciam na ocorrência da manutenção ao longo da vida útil. Muitos pontos importantes devem ser observados com relação à manutenção de edificações, tais como a impermeabilização do sistema empregado, a compatibilidade de materiais e a correta execução da mão de obra.

Pode-se concluir que as medidas necessárias para garantir a vida útil dependem do valor da edificação, das condições ambientais e, em muitos casos, da vida útil estimada da edificação. Nesse sentido, mostra-se que as inspeções mínimas e as medidas de manutenção preventiva são parte integrante do projeto, o que assegura a durabilidade dos materiais e componentes da edificação e garante a vida útil esperada (MARTIN ENGINEERING, 1998).

Conforme estabelecido pela norma técnica NBR 15575 (ABNT, 2013) todos os componentes, elementos e sistemas da edificação devem manter a capacidade funcional durante a vida útil de projeto, para tal, a formatação do manual de uso, operação e manutenção mostra-se essencial para auxiliar na manutenibilidade do edifício em questão. É necessário que sejam procedidas intervenções periódicas de manutenção especificadas pelos respectivos fornecedores no ato de compra e venda da unidade.

Sendo assim, o proprietário é figura importante ao exigir qualidade na execução dos reparos, correspondendo aos padrões pré-definidos, e nas manutenções preventivas ou corretivas, conforme determinado no manual, que deve ser elaborado levando em conta todos os aspectos da NBR 14037 (ABNT, 2014). Os manuais deverão ser pormenorizados pelo engenheiro responsável, apresentando estruturação e conteúdo de fácil assimilação, levando em conta fatores como memorial descritivo, garantias e assistência técnica, limpeza e uso do imóvel, e manutenção propriamente dita (THOMAZ, 1989).

Para Souza e Ripper (1998), a manutenção inclui um conjunto de medidas necessárias que devem ser executadas para garantir o desempenho razoável de uma

estrutura, prolongando sua vida útil, levando em consideração custos/benefícios, regulamentações, controles e execução da obra. Devem ser previstos cronogramas de inspeção e manutenção no projeto e apontados os elementos que requerem maior atenção (BRANDÃO, 1998).

## 4. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DAS CONSTRUÇÕES

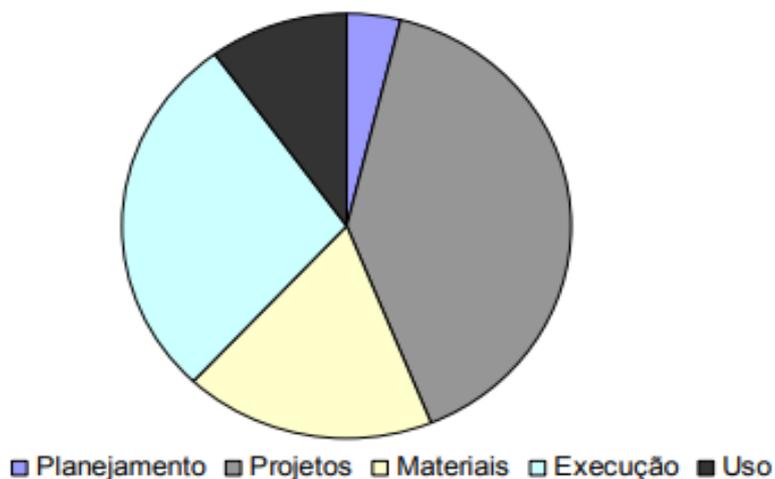
### 4.1 ORIGEM

Um diagnóstico adequado de uma manifestação patológica deve indicar em que etapa do processo construtivo teve origem o fenômeno que desencadeou o problema, defende Helene (1993). A origem pode decorrer da falha de projeto (projetista), da má qualidade dos materiais empregados na construção (fabricante), da falha na etapa de construção (mão-de-obra e fiscalização), e da falha na etapa de utilização da edificação por uso inadequado ou falta de manutenção (usuários).

Segundo Verçosa (1991), citado por da Silva (2007), as manifestações patológicas têm origem, sobretudo, nas etapas de projetos e de execução, conforme mostra o gráfico da Figura 1.

Figura 1: Origem dos problemas patológicos com relação às etapas de produção e uso das edificações

#### Origens em relação as etapas de produção



Fonte: Grunau, *apud* Verçosa (1991), retirado de (DA SILVA, 2007)

Peres (1992), comenta que:

[...] no esforço de reparar os edifícios, de buscar maior economia, e mais conhecimento dos bens, busca-se o limite que eles podem atingir, o que aumenta as possibilidades de existência de manifestações patológicas. (Peres, 1992).

Segundo Carmo (1995), os problemas patológicos surgem de um erro ou falha em pelo menos uma etapa do processo construtivo, e o aparecimento dos mesmos está relacionado a um conjunto de síndromes ou manifestações características daquelas que ocorrem durante a execução da obra ou no processo de uso da edificação, o que pode acontecer no início da construção ou anos após a conclusão da obra.

#### 4.2 CAUSA E CONSEQUÊNCIA

A causa das manifestações patológicas, de acordo com Helene (1993), está relacionada a vários fenômenos que influenciam no surgimento das anomalias. Merecem destaque cargas excessivas, variação de umidade, variações térmicas, agentes biológicos, incompatibilidade de materiais, agentes atmosféricos, entre outros.

Um bom diagnóstico deve ter condições de prever as consequências futuras que o problema poderá trazer no comportamento geral do edifício. Helene (1993) separa estes prognósticos em dois tipos: os que afetam as condições de segurança da estrutura (mais urgentes), e os que comprometem somente as condições de higiene e estética, denominadas condições de serviços, associadas aos limites de utilização.

## 5. FATORES DE DEGRADAÇÃO

### 5.1 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS GERADAS NA FASE DE PROJETO

Durante a fase de concepção de projeto, pode-se dizer que a edificação é gerada, sendo a matriz para todo o restante do processo construtivo e sendo essencial para um desempenho satisfatório. Os projetos devem ser precisos e ter bastante clareza para sua leitura, evitando assim possíveis anomalias. Estas podem ser antecipadas durante o estudo preliminar, na execução do anteprojeto, ou na elaboração do projeto executivo. É na fase de concepção que serão definidas as características esperadas dos produtos empregados na construção, previstas as condições de exposição ao ambiente exterior, o comportamento em uso projetado do edifício construído, e, principalmente, a viabilidade da construção. Segundo Souza e Ripper (2009), as dificuldades técnicas e o custo para solucionar uma patologia, são diretamente proporcionais à “antiguidade da falha”, ou seja, quanto mais antiga for a origem da patologia, maior será a dificuldade e o custo para a solução da ocorrência.

Pode-se citar diversas outras causas, tais como: utilização incorreta de materiais de construção; inexistência de controle de qualidade; falta de compatibilidade entre os projetos; especificação do concreto deficiente ou inadequado; inadequação de fôrmas e escoramentos; deficiências nas armaduras; dentre outras.

Dada a falta de orientação da importância sobre o tema, as universidades não o abordam, em sua grande maioria, no currículo obrigatório, muitos profissionais formados na área não tem o embasamento amplo do assunto, e isto afeta tanto na parte de concepção do projeto em si, quanto na fase de manutenção como um todo. Levando em conta casos específicos, as soluções para as manifestações patológicas demandam custos elevados, ou até mesmo, levam à necessidade de demolição parcial ou completa da estrutura.

## 5.2 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS GERADAS NA FASE DE CONSTRUÇÃO

Souza (1998) enfatiza que a sequência lógica do processo de construção civil indica que a etapa de execução deva ser iniciada apenas após o término da etapa de concepção, com a conclusão de todos os estudos e projetos. Mas na prática, isto não ocorre pois, apesar do processo de planejamento e projeto estar concluído, durante a execução ocorrem mudanças significativas por diversos fatores, tais como adaptações ou até mesmo modificações de grande porte, sob a alegação, normalmente não válida, de serem necessárias certas simplificações construtivas, que, na maioria dos casos, acabam por contribuir para a ocorrência de erros.

A segunda observação de Souza (1998) diz respeito à disparidade de qualidade comparando-se o processo industrial e da construção civil no canteiro. Pois, no processo industrial, a atividade ocorre quando os componentes passam pela linha de montagem e saem como produtos terminados, enquanto na construção civil os componentes são empregados, em determinadas atividades, em locais de onde não mais sairão – exceção feita às estruturas pré-fabricadas, que seguem, grosso modo, o roteiro normal da produção industrial, menos na etapa de montagem final. Sendo assim, com a falta de padronização, acaba-se perdendo o controle do processo e conseqüentemente a qualidade deste.

A ocorrência de problemas patológicos nesta etapa basicamente deve-se ao processo de produção, mão de obra sem capacitação e falta do controle da qualidade dos materiais; é incisiva a necessidade do controle de qualidade dos processos construtivos para haver a não prorrogação dos problemas patológicos no futuro, pois cabe aos profissionais fazer o controle dos materiais utilizados durante a execução, bem como fiscalizar se eles estão de acordo com o especificado no projeto e se sua utilização está sendo feita de forma correta e gerando o mínimo de perdas. Vários outros fatores têm origem na fase de execução, podendo ser as principais causas de manifestações patológicas futuras, das quais podem ser mencionados: erros de interpretação de projetos; pouca capacitação profissional; falta de controle e fiscalização nos mais diversos processos; qualidade dos materiais e componentes abaixo dos níveis mínimos necessários; falta de prumo, de esquadro e de alinhamento dos elementos; desnivelamento de pisos ou falta de caimento em pisos molhados; e argamassas de assentamento de revestimentos com espessuras diferentes (CREMONINI, 1988; PINA, 2013).

A falta de capacitação da mão de obra no Brasil é um fator preocupante. Está atrelada, primeiramente, à cultura das empresas de diminuição de recursos entre os profissionais da área, o que acaba refletindo na sua baixa qualidade técnica. Outra questão é a falta de conscientização da importância do tema para se obter um desempenho satisfatório da estrutura como um todo.

É evidente a necessidade de treinamento dos operários, e equipes para a execução de serviços específicos do processo, com o intuito de agilizar os processos de obra e evitar a perda de materiais. Também é essencial que o profissional que exerce a função do controle de execução apresente uma formação teórica aliada à experiência prática, sendo importante também o treinamento de quem executa o serviço (SILVEIRA *et al.*, 2002; PICCHI; AGOPYAN, 1993; MACIEL; MELHADO, 1995).

A ausência de normatização de diversos materiais e procedimentos, acrescida à falta de fiscalização daqueles já normalizados por parte dos profissionais e responsáveis técnicos, mostra-se importante na contribuição para o surgimento de patologias. Deve haver, então, a conscientização de engenheiros quanto ao controle de qualidade dos materiais e processos construtivos (SILVEIRA *et al.*, 2002).

No Brasil, estudos anteriores revelam que os problemas patológicos nas edificações, em sua maioria, são originados na fase de execução, diferentemente da Europa, que acontecem na fase de projeto. O quadro abaixo mostra esta situação (LIMA,1990; DÓREA, 1996; SILVA, 1999).

Tabela 1: Origem das patologias da construção no Brasil e na Europa

<b>ETAPA</b>	<b>Brasil (%)</b>	<b>Europa (%)</b>
Projeto	18	43
Materiais	6	38
Execução	52	14
Uso	14	5
Outros	16	-

Fonte: (LIMA,1990; DÓREA, 1996; SILVA, 1999)

### 5.3 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS GERADAS NO EMPREGO DE MATERIAIS

As manifestações patológicas envolvendo o emprego ou uso indevido de materiais estão se tornando muito frequentes nos últimos anos. A falta de qualidade dos materiais e componentes, a durabilidade menor do que a especificada e a baixa resistência mecânica tem como consequência a incidência alta de manutenções e consertos nas edificações.

Os defeitos verificados nos materiais de construção podem ser atribuídos às falhas naturais (pedras com fissura, madeira conosco, substâncias químicas ativas, etc.), ou referentes à escolha e uso dos mesmos na obra.

É importante avaliar as limitações e as exigências que serão impostas pelas intempéries no comportamento do material sob tais condições. Desta forma, mostram-se relevantes ensaios que atestem a durabilidade dos materiais e componentes; aderência e compatibilidade com os demais materiais em contato; quais materiais utilizar; onde armazená-los. Outro aspecto que influencia são os custos de aplicação, que encarecem conforme a especialização da mão de obra e de prováveis serviços de manutenção (ROCHA, 1997; SOUZA *et al.*, 1995).

Também são geradores de muitos problemas patológicos a falta de entendimento ou conhecimento das características dos materiais. A incorreta aplicação dos mesmos e a crescente aceleração no processo de execução das construções civis resulta no não cumprimento dos prazos de cura determinados por suas especificações. Assim, no momento da seleção e da especificação dos materiais e componentes são necessárias informações técnicas e econômicas para que respondam de maneira aceitável a suas condições de serviço.

Além destes fatores, deve-se dar importância a correta definição de materiais e as técnicas de construção a serem utilizadas em compatibilidade com o projeto, a fim de atender às necessidades dos usuários e garantir a manutenção da propriedade dos materiais e características iniciais. O controle nas fases de seleção, aquisição, recebimento e aplicação de materiais são fundamentais para se obter o controle da qualidade e ter a garantia dos mesmos. Assim, a comprovação da conformidade a partir de critérios disponíveis constitui a base de ações para a garantia da qualidade dos materiais empregados. O conhecimento das propriedades dos materiais também é de grande importância dentro desse contexto, bem como a avaliação de suas características físicas e químicas.

#### 5.4 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS GERADAS NA FASE DE UTILIZAÇÃO

A edificação, ao longo da sua vida útil, requer manutenção, porém, diversos fatores podem ser determinantes para o surgimento de patologias na fase de utilização do imóvel. Este comportamento pode estar associado à sua má utilização, à manutenção inadequada ou à falta desta e não obediência ao manual de uso, operação e manutenção. Problemas patológicos podem ser evitados quando os usuários são devidamente informados sobre as sobrecargas limites no uso, operação e manutenção da estrutura. Porém em muitos casos, não se pode inibir os empreendedores responsáveis técnicos pela estrutura, pois, por falta de cartela à profissão é comum que não haja formulação de manuais de uso e manutenção das edificações, fato que auxilia o surgimento de problemas (SOUZA e RIPPER, 1998; DAL MOLIN, 1998).

Muitas patologias que surgem durante a fase de utilização são originadas pelos usuários, através de diversos fatores como: sobrecargas não previstas no projeto, alterações estruturais indevidas em função de reformas, utilização de produtos químicos com agentes agressivos, falta de programações de manutenção adequada, falta de inspeções periódicas para detecção de sintomas patológicos, danificação de elementos estruturais por impactos, erosão por abrasão, retração do cimento, excesso de deformação das armaduras (ZUCHETTI, 2011).

## 6. SISTEMA DE REVESTIMENTO DE FACHADAS

O Sistema de Revestimento, segundo a NBR 13529 (2013), é definido como o “Conjunto formado por revestimento de argamassa e acabamento decorativo, compatível com a natureza da base, condições de exposição, acabamento final e desempenho, previstos em projeto.” (ABNT, 2013).

A qualidade do revestimento será fundamental para o desempenho e durabilidade do imóvel, e tudo que envolve a vida útil.

O revestimento compõe a área visível do imóvel e tem por finalidade principal o embelezamento e proteção da envoltória da edificação frente às intempéries, evitando a degradação e melhorando a durabilidade do imóvel. Devemos ter atenção de que a impressão positiva em relação à estética da edificação acaba agregando valor ao imóvel e conseqüentemente a valorização de uma rua ou loteamento como um todo, além da sensação de satisfação dos usuários. Por fim, o revestimento proporciona conforto e segurança aos moradores.

Existem diversos tipos de materiais de revestimento de fachadas, com diversas propriedades, e cada um trabalha e protege de forma diferente de acordo com o ambiente onde foi inserido. Várias questões devem ser analisadas na escolha do tipo de revestimento, tais como o clima, umidade, exposição a intempéries, compatibilidade geométrica e físico-química entre o revestimento e a sua base, propagação de incêndio, e desgaste natural do material. Os revestimentos são diversos como, pedras naturais, aço, vidro, concreto, madeira, revestimento em argamassa, revestimento cerâmico, entre outros.

A NBR 7200 (ABNT, 1998) determina que:

A etapa de execução do revestimento é a principal responsável por manifestações patológicas observadas posteriormente. O que se procura nesta Norma é um entrosamento entre projetistas e construtores no controle da qualidade na construção. (ABNT, 1998).

Fiorito (2009), afirma que os revestimentos são constituídos de várias camadas compostas de materiais diferentes ligados entre si. Sendo estes internamente ligados, qualquer deformação pode resultar no aparecimento de tensão em todo o conjunto. “Tais tensões dependem da espessura, do módulo de elasticidade e, enfim, de todas

as características físicas de cada camada.” (FIORITO, 2009, p. 25). Costa (2013) relata que os revestimentos devem desempenhar as seguintes funções: a proteção da edificação, o auxílio às funções de vedação, regularização da superfície, e por fim, acabamento final. A Tabela 2 ilustra as funções de um revestimento.

Tabela 2: Funções do revestimento

FUNÇÕES	DESCRIÇÃO
Proteção da edificação	A função do revestimento de fachada de proteger os elementos de vedação e da estrutura contra a deterioração está associada à durabilidade dos elementos estruturais e das vedações, evitando assim a ação de agentes agressivos sobre este.
Auxiliar as funções de vedação	Ajuda as vedações nas funções de estanqueidade ao ar e a água, proteção térmica e acústica e funções de segurança contra ação do fogo, intrusões e estrutural da própria vedação.
Regularizar a superfície	Regularização dos elementos de vedação, servindo de base regular e adequada ao recebimento de outros revestimentos ou constituir-se no acabamento final.
Proporcionar o acabamento final	Define as características estéticas da vedação da edificação, o padrão e o valor econômico da desta.

Fonte: (COSTA, 2013, p. 8)

A aplicação correta da norma é essencial para a segurança do imóvel, e segundo a NBR 13529 (ABNT, 2013): “revestimento argamassado é o cobrimento de uma superfície com uma ou mais camadas superpostas de argamassa, apto a receber acabamento decorativo, ou constituir-se em acabamento final”. Dentre os tipos de revestimentos estão os externos, internos e os em contato com o solo, podendo ter acabamento final em argamassa, cerâmica dentre outros. Para que os revestimentos de argamassa possam cumprir perfeitamente as suas funções, algumas condições são estabelecidas pela NBR 13749 (ABNT, 2013), tais como:

- ser compatível com o acabamento decorativo (pintura, papel de parede, revestimento cerâmico e outros);
- ter resistência mecânica decrescente ou uniforme, a partir da primeira camada em contato com a base, sem comprometer a durabilidade do acabamento final;

- ser constituído por uma ou mais camadas superpostas de argamassas contínuas e uniformes;
- ter propriedade hidrofugante, em caso de revestimento externo de argamassa aparente, sem pintura e base porosa. No caso de não se empregar argamassa hidrofugante, deve ser executada pintura específica para este fim;
- ter propriedade impermeabilizante, em caso de revestimento externo de superfícies em contato com o solo;
- resistir à ação de variações normais de temperatura e umidade do meio.

Com o aumento de materiais no mercado, nota-se que a simples experiência não é suficiente, sendo necessária uma avaliação mais precisa sobre a parcela de contribuição de cada material na composição das argamassas.

#### 6.1 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM REVESTIMENTOS DE FACHADA

Segundo Sabbatini (2008), os problemas mais frequentes encontrados em revestimento de fachadas são:

- formação de manchas de umidade, com desenvolvimento de bolor;
- descolamento da argamassa de revestimento;
- formação de fissuras e trincas na argamassa de revestimento;
- descolamento entre a camada de reboco e o emboço.

Os problemas mencionados, em relação ao surgimento de manifestações patológicas em revestimentos de argamassa, podem ser classificados em físico-mecânicos, químicos e biológicos (CARASEK, 2007). A Figura 2 apresenta uma classificação das patologias dos revestimentos de argamassa, exemplificando as causas típicas associadas a eles.

Figura 2: Classificação das patologias quanto aos processos de origem



Fonte: Carasek (2011, p.1)

As manifestações patológicas podem ser originadas por ações executadas em vários momentos na vida de um edifício. Elas podem ser também classificadas conforme o período das ações ocasionais destas falhas, sendo elas (ROSCOE, 2008):

- a) congênitas:** originárias da fase de projeto em função de erros, omissões, ou não atendimento às normas técnicas. Estas falhas resultam em idealização inadequada dos revestimentos;
- b) construtivas:** ocorrem durante a fase de execução da obra, resultante da utilização de produtos não certificados, do emprego de mão de obra desqualificada e da metodologia incorreta, ou na ausência desta, da execução dos revestimentos;
- c) adquiridas:** quando sucedem durante a vida útil dos revestimentos, sendo resultado da exposição ao meio em que se inserem ou em função de manutenções inadequadas ou realização de interferências incorretas;

**d) acidentais:** quando ocorrem em decorrência de uma solicitação incomum ou de um fenômeno atípico, exemplos destas são as patologias provocadas por incêndio, enchente, tufão, entre outros.

Por sua vez, Siqueira *et al.* (2009) destacam que, das inúmeras anomalias existentes em revestimentos de fachadas, as de maior incidência são:

**a)** infiltrações de água e formação de fissuras em revestimentos devido à ausência de elementos arquitetônicos, tais como: beirais, rufos, frisos, rodapés, soleiras e outros;

**b)** destacamentos de revestimento, devido à presença de fissuras, perda de aderência e infiltrações;

**c)** falta ou deficiência de juntas de trabalho, bem como falta de manutenção dos materiais aplicados nessas juntas;

**d)** fissuras relacionadas a movimentações térmicas entre componentes de estrutura e vedação;

**e)** manchas de umidade e eflorescência.

Como pôde ser visto, várias são as manifestações patológicas que podem ocorrer ao longo da vida útil de uma edificação.

A fachada, por receber a ação direta de agentes externos, bem como de solicitações da estrutura, exige uma maior atenção no que se refere aos tipos de manifestações que podem surgir em sua estrutura para que não comprometa o seu desempenho.

Dentre as manifestações patológicas que surgem nas edificações, tanto nas mais antigas, como naquelas em fase de execução, as fissuras, salvo as deformações mais acentuadas, são as que mais chamam a atenção de quem desconhece do assunto, pois elas são visíveis a olho nu.

As fissuras superficiais ou microfissuras, em regra, não implicam em diminuição da segurança de componentes estruturais, no entanto, toda e qualquer manifestação que foge ao desempenho esperado requer atenção.

De acordo com a NBR 9575 (ABNT, 2010), as microfissuras apresentam abertura inferior a 0,05 mm; as fissuras, abertura até 0,5 mm; e as trincas possuem abertura superior a 0,5 mm e inferior a 1mm.

Segundo Thomaz (1989), o aparecimento de fissuras e trincas pode estar associado a diversos fenômenos provocados por tensões oriundas da atuação de sobrecargas ou de movimentações de materiais, dos componentes ou da obra como um todo. O autor destaca os seguintes fenômenos que são possíveis causas do surgimento de fissuras:

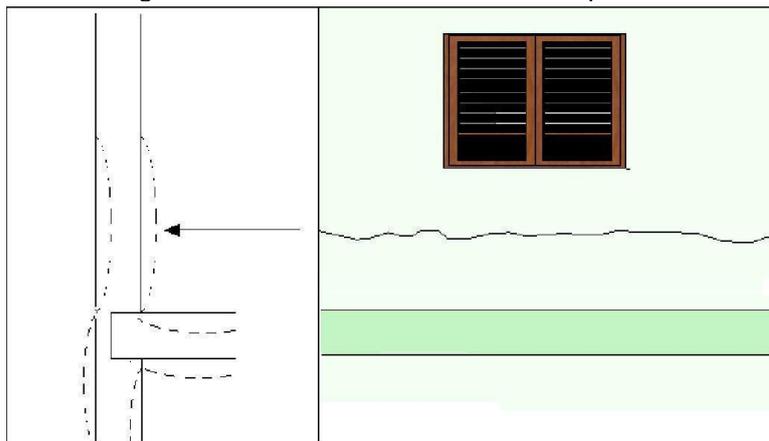
- a) movimentações provocadas por variações térmicas e de umidade;
- b) atuação de sobrecargas ou concentração de tensões;
- c) deformabilidade excessiva das estruturas;
- d) recalques diferenciados das fundações;
- e) retração de produtos à base de ligantes hidráulicos;
- f) alterações químicas de materiais de construção.

Antunes (2010) destaca ainda que o surgimento de trincas e fissuras pode acarretar outras patologias, uma vez que estas constituem em caminhos propícios à penetração de agentes agressivos externos. Estes agentes, especialmente a água, podem induzir ao aparecimento de novas manifestações patológicas, como eflorescências, manchas de umidade, crescimento biológico, corrosão de armaduras e descolamento de placas cerâmicas.

As fissuras horizontais podem ser causadas pela expansão da argamassa por hidratação retardada do hidróxido de magnésio da cal. Essa expansão pode ocorrer também pela reação cimento-sulfatos, ou de argilominerais dos agregados (SILVA, 2007).

Diversos outros fatores poderão resultar nas fissuras horizontais, sendo uma delas o adensamento da argamassa de assentamento dos tijolos ou blocos, falta de amarração entre a parede e a viga superior ou encunhamento precoce da alvenaria. Também podem ser citadas outras situações, tais como deformação excessiva da laje, recalque da base, elevação capilar devido à deficiência ou falta de impermeabilização da base ou ainda a expansão da argamassa de assentamento (TAGUCHI, 2010). A Figura 3 mostra o caso de uma fissura horizontal decorrente de uma deformação da laje.

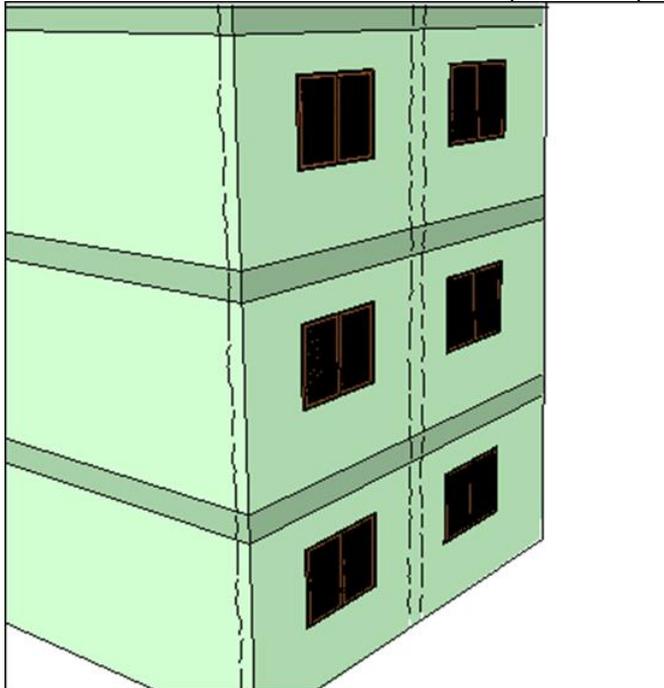
Figura 3: Fissura horizontal na base da parede



Fonte: (THOMAZ, 2001)

Segundo Taguchi (2010), fissuras verticais podem ser atribuídas à falta de amarração da parede com os pilares ou outros elementos de apoio, conforme mostra a Figura 4. Também podem ocorrer quando a resistência à tração dos componentes é igual ou inferior à da argamassa, ou por retração da alvenaria.

Figura 4: Fissura vertical nos encontros entre paredes e pilares

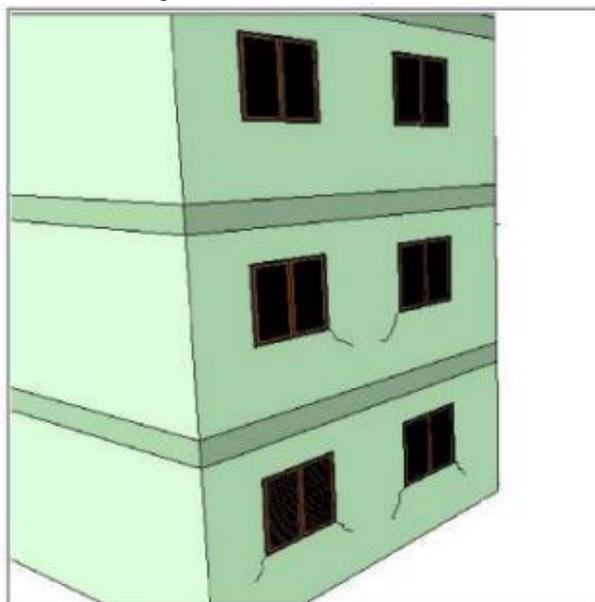


Fonte: (THOMAZ, 2001)

As fissuras inclinadas, em grande parte, ocorrem devido à acentuada concentração de tensões junto às extremidades de portas e janelas, e/ou pela ausência de vergas e contra vergas nestas. Conforme mostrado na Figura 5, essas

fissuras se encontram nas extremidades e não possuem grandes comprimentos (TAGUCHI, 2010).

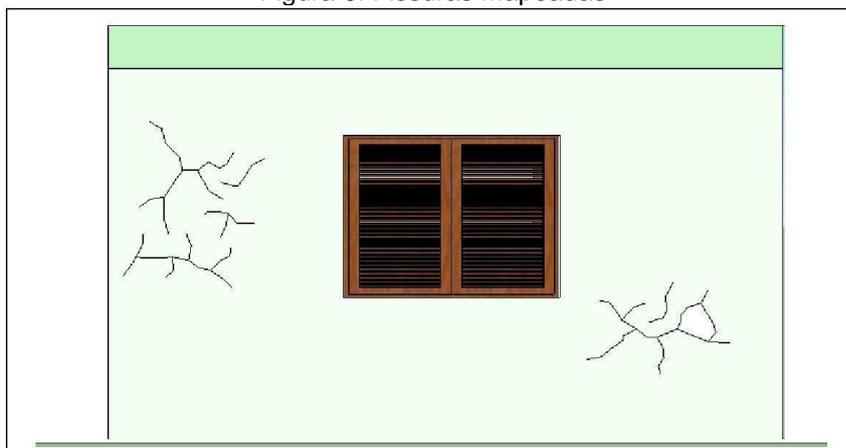
Figura 5: Fissuras inclinadas



Fonte: (THOMAZ, 2001)

As fissuras mapeadas apresentam-se nas paredes em direções aleatórias e irregulares (Figura 6). Para Thomaz (2001), este tipo de fissura ocorre devido a movimentações higrotérmicas diferenciadas entre revestimento e estrutura, eventualmente associadas à retração da argamassa da base devido a sua secagem.

Figura 6: Fissuras mapeadas



Fonte: (THOMAZ, 2001)

Destacamentos ou descolamentos tem como origem patológica a falta de aderência das ligações entre as camadas de revestimentos, deixando o sistema

instável na sua estrutura, pois contribui para a ruptura entre as camadas do revestimento ou entre as placas cerâmicas e a argamassa.

Existe a possibilidade de ocorrer o descolamento entre a argamassa e a base, quando suscetível a tensões que ultrapassam a capacidade de aderência. O descolamento não está necessariamente associado à queda do revestimento ou das placas cerâmicas, e sim ao desprendimento das mesmas, que pode ser observado através de som cavo, pelo estufamento da camada de acabamento ou ser detectado apenas com a inspeção visual. A inspeção por termografia também pode auxiliar na detecção deste.

Dentre as principais manifestações patológicas nos revestimentos de fachada, os descolamentos, sem dúvida, são os mais nocivos, uma vez que, em caso de rompimento, pode ocasionar acidente por queda de placas cerâmicas ou partes das camadas de argamassa, passando a ser denominado deslocamento ou destacamento. Tais acidentes ocorrem com frequência principalmente em virtude de insolação muito intensa, ou mesmo oscilações higroscópicas.

Essa manifestação patológica pode ocorrer por conta da má execução da obra, ou mesmo pelo uso de material de baixa qualidade, além da execução incorreta da formulação da argamassa. Faz-se necessário investigar qual das etapas do processo construtivo se deu a deficiência para localizar a ruptura, se esta ocorreu na interface placa cerâmica/argamassa colante, no interior da argamassa colante, na interface argamassa colante/substrato, no interior do substrato, na interface substrato/base ou mesmo no interior da base, segundo Antunes (2010).

Tendo em vista a gravidade deste problema, o simples reparo localizado por vezes não é suficiente. A recuperação da área atingida pode requerer a remoção total do revestimento da fachada, tornando o reparo bastante oneroso.

A desagregação é uma incidência comumente vista a olho nu em revestimento de fachadas, ocorrendo geralmente através do esfarelamento da argamassa. Conforme Magalhães (2002), a ocorrência da desagregação pode estar vinculada a alguns fatores, tais como: umidade seguida de cristalização de sais, reboco pouco resistente (sem dureza superficial), excesso de elementos finos na areia, ação de microrganismos e/ou pela reação química entre materiais que constituem os revestimentos e os componentes naturais ou artificiais (poluição) contidos na atmosfera.

Mesmo que a argamassa com desagregação se mantenha aderida ao substrato, esta não apresenta resistência mecânica suficiente, fato que é facilmente comprovado ao se friccionar algum objeto metálico sobre ela e, ao fazer isto, a argamassa se esfarela (ANTUNES, 2010).

O fenômeno da eflorescência é caracterizado por uma deposição de coloração esbranquiçada nas placas cerâmicas, ou até mesmo, sobre o revestimento de pintura na área de ocorrência, podendo surgir tanto em pontos isolados ou se propagar de forma generalizada por toda a fachada.

Normalmente, segundo Sabbatini e Barros (2001), a eflorescência é causada pelo movimento de água através de porosidades existentes nas camadas de revestimento, onde são carregadas substâncias solúveis que serão depositadas sobre a superfície após a evaporação da água. Estas substâncias são geralmente sais inorgânicos, tais como os sulfatos de sódio, de potássio, de cálcio, de magnésio; e os carbonatos de sódio e de potássio, que podem ter diversas origens. Os autores acrescentam que a cristalização dos sais pode ocorrer abaixo da superfície do revestimento, podendo acarretar na sua ruptura.

Morais e Resende (2000) apontam como possíveis causas do surgimento de eflorescência a combinação dos seguintes fatores:

- a) presença de água nos componentes da fachada;
- b) presença de pressão hidrostática ou evaporação;
- c) existência de sais solúveis presentes nos componentes do emboço e nas argamassas de assentamento.

Antunes (2010) determina algumas providências para tentar restringir o surgimento destas manifestações, tais como:

- a) diminuição do consumo de cimento Portland na argamassa de regularização, ou ainda, especificar em projeto cimento com baixo teor de álcalis para a produção destas argamassas;
- b) uso de componentes cerâmicos de qualidade para revestimentos e livre de umidade residual;

- c) assegurar, antes da colocação do revestimento cerâmico, que todas as camadas do subsistema de revestimento tenham atingido o seu tempo de secagem;
- d) evitar, logo após a execução do rejunte, o uso de ácido clorídrico durante a limpeza do revestimento.

A ocorrência de manchas de sujeira no revestimento é um problema patológico muito comum. Como o revestimento das fachadas fica exposto a agentes externos, como poeira, ventos e chuvas, ao longo do tempo ocorre a deterioração do revestimento, face à falta de manutenção e cuidados necessários.

Conforme Magalhães (2002), as causas mais prováveis deste tipo de manifestação patológica podem ser:

- a) escoamento da água da chuva:** este fenômeno pode originar acumulações visíveis de sujidades em algumas zonas da fachada, quando arrasta, ao longo da superfície do revestimento, as partículas de poeira que ali estão depositadas, formando caminhos preferenciais de escoamento;
- b) ação do vento:** o vento conduz as partículas de sujeira existentes no ar através da superfície do revestimento e, quando associado a presença de chuva, pode atuar como agente transportador de partículas poluentes existentes na atmosfera;
- c) rugosidade do reboco:** este aspecto facilita o depósito de sujeiras na face do revestimento, além de dificultar ações de limpeza geradas pelo escoamento da água da chuva.

Outro problema a ser considerado é a falha de vedação que acontece no entorno das esquadrias, no encontro do corpo destas com a alvenaria, levando a perda de estanqueidade. Estas manifestações podem ser vinculadas à queda de rejunte ou o uso inadequado de selantes, pela sua má aplicação ou falta de manutenção, e ainda, pode ser decorrente do processo de corrosão de esquadrias metálicas. A ausência de rejunte na interface esquadria/alvenaria permite que a água percorra pela abertura, levando ao surgimento de infiltrações.

## 7. METODOLOGIA

Para o estudo e análise das principais manifestações patológicas existentes em fachadas da edificação selecionada na cidade de Porto Alegre/RS, foi definida uma metodologia que se baseia em quatro etapas.

A primeira trata-se de um estudo sobre os tipos de manifestações patológicas que podem ocorrer em fachadas de edifícios através da pesquisa em referencial teórico, apresentada anteriormente.

A segunda etapa consistiu em buscar casos destas manifestações patológicas com o Setor de Assistência Técnica de uma construtora de alto padrão. Através dos dados obtidos, foi escolhida a obra com maior incidência e impacto de custos na recuperação de tais patologias.

A terceira etapa consistiu na análise *ex-post-facto* dos laudos fornecidos de empresas terceirizadas e contratadas pelo setor específico da construtora. Além disto, foram realizadas análises das entrevistas com os colaboradores, envolvidos nesta etapa de diagnóstico e recuperação, e com moradores, para validar a resolução do caso.

Por fim, na quarta e última etapa foi realizada uma análise sobre as conclusões dos laudos, apontando as manifestações patológicas detectadas e suas respectivas causas, demonstrando os pontos de maior incidência nas mesmas. Além disto, para uma melhor compreensão foram feitos mapas de incidência das manifestações apontando os locais mais críticos. Para uma melhor compreensão do leitor, foram feitos gráficos e comentários sobre os dados obtidos e a solução adotada para cada caso em específico, além de sugestões para medidas preventivas.

### 7.1 COLETA DE DADOS

As primeiras informações foram obtidas verbalmente através de entrevistas com o Setor de Assistência Técnica da construtora em questão. A partir disto, foram obtidos todos os projetos, memorial descritivo do empreendimento e laudos técnicos dos ensaios realizados.

Na segunda etapa, foi feita a coleta e análise de informações obtidas pelo setor de assistência técnica com os moradores, bem como dos ensaios fotográficos na edificação.

Para o registro dos dados pelo setor de assistência técnica foi utilizada a seguinte sistematização:

- Localização: situação, orientação solar;
- Descrição do edifício: data da conclusão da obra, descrição do sistema construtivo, material de revestimento, quantidade e sistema de manutenções realizadas;
- Documentação: projetos de arquitetura e memorial descritivo;
- Características do projeto: área construída, forma arquitetônica, técnicas construtivas, materiais utilizados, fachadas, cores, etc.;
- Relação morador x obra;
- Análise dos ensaios técnicos realizados;
- Análise sobre o procedimento adotado para o reparo na edificação;
- Registro e descrição das manifestações patológicas: fotos e descrição das anomalias encontradas;
- Comparativo de fotos de antes e depois da reparação.

Destaca-se, desde já, que foram omitidos neste trabalho o nome de síndicos e de moradores colaboradores, o nome real do edifício em questão, bem como a identificação de todos os envolvidos na construção da edificação que compõe a amostra estudada, devido à natureza do trabalho.

## 7.2 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO DE CASO

O edifício A caracteriza-se em um imóvel residencial localizado no município de Porto Alegre, no estado do RS (Figura 7). Este empreendimento destacou-se dentre os demais da empresa construtora por apresentar um índice elevado de manifestações patológicas.

Dados gerais da edificação:

- Obra: Residencial;
- Inauguração: 2019;

- Endereço: Porto Alegre/RS;
- Uma torre, composta por 15 pavimentos;
- Estrutura: Concreto armado;
- Parede de Vedação: Bloco cerâmico;
- Chapisco: traço 1:3 – cimento e areia média;
- Revestimento: Argamassa industrializada;
- Selador: Não informado;
- Textura: com coloração inserida.

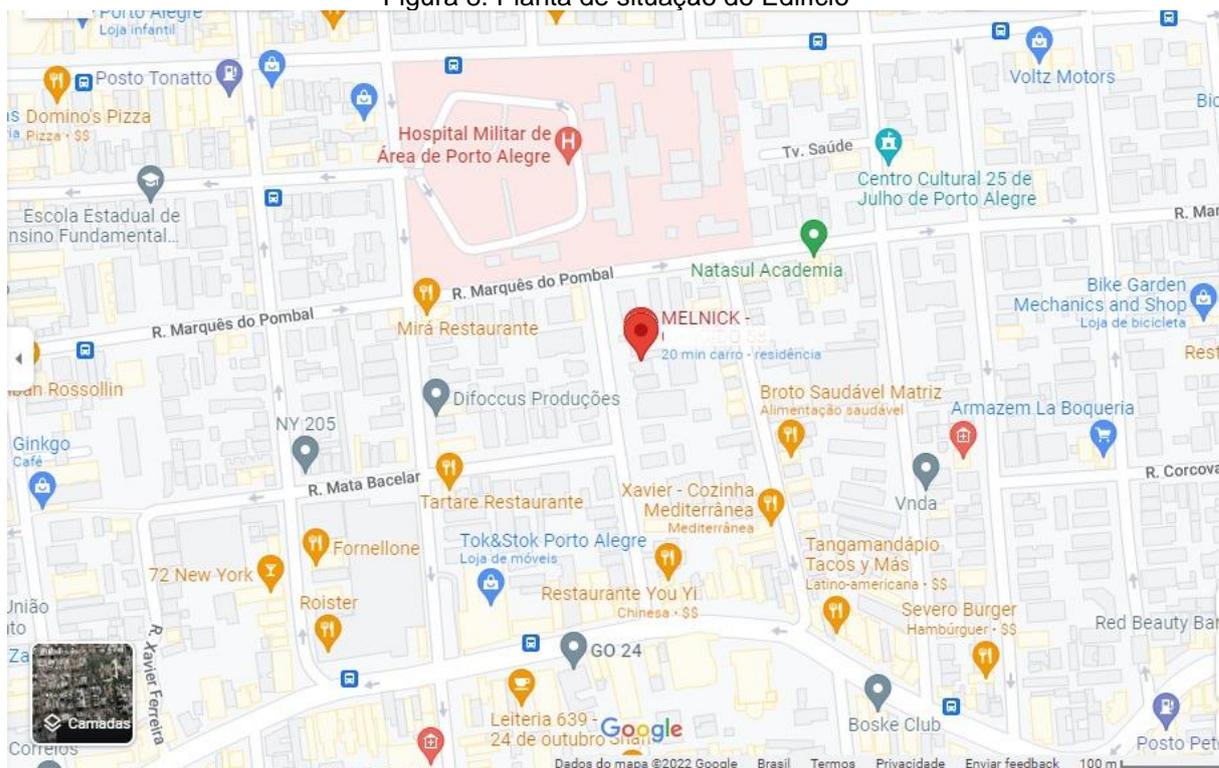
Figura 7: Fachada do empreendimento analisado



Fonte: Assistência técnica da empresa

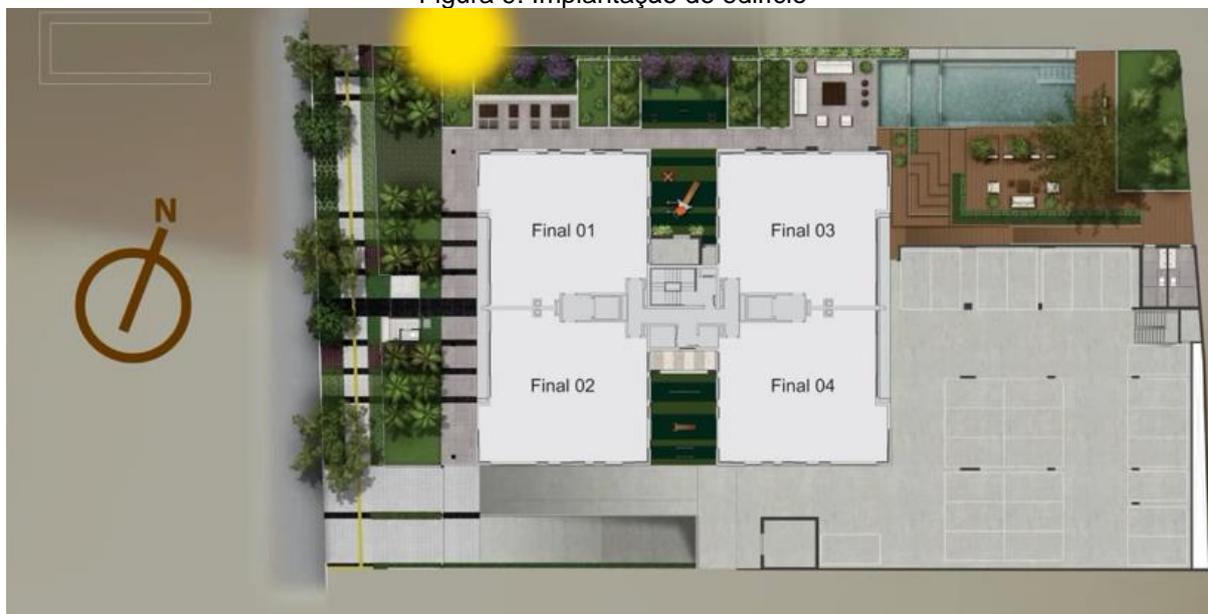
O empreendimento é constituído por uma torre de quinze pavimentos, tendo quatro apartamentos por andar. A área de lazer fica localizada no térreo da edificação. As plantas de localização e implantação estão representadas nas figuras 8 e 9.

Figura 8: Planta de situação do Edifício



Fonte: Google Maps

Figura 9: Implantação do edifício



Fonte: Assistência técnica da empresa

As fachadas norte e sul são compostas de revestimento de argamassa e, próximo das janelas das extremidades, por pastilhas cerâmicas. Já nas fachadas leste e oeste, existem paredes com pastilhas cerâmicas, e sacadas revestidas com alumínio composto ou revestimento de argamassa. Os planos que possuem revestimento de argamassa possuem textura na tonalidade na cor preta.

As figuras a seguir ilustram o edifício A, sendo que a Figura 10 corresponde às fachadas lateral direita, sul, e a Figura 11 corresponde à fachada frontal, oeste.

Figura 10: Fachada lateral direita, sul.



Fonte: Assistência técnica da empresa

Figura 11: Fachada frontal, oeste.



Fonte: Assistência técnica da empresa

O edifício, no mesmo ano de sua inauguração, apresentou a ocorrência de infiltrações a partir da fachada (Figura 12) para o interior das unidades do empreendimento, conforme a Figura 13. Além do aparecimento de fissuras, notou-se também partes do revestimento texturado da fachada solto.

Figura 12: Infiltrações na edificação



Fonte: Assistência técnica da empresa

Figura 13: Infiltrações dentro das unidades



Fonte: Assistência técnica da empresa

Devido a gravidade da situação, a construtora do empreendimento contratou uma empresa especializada em testes certificados pela NBR 15575-4 (ABNT, 2013) para diagnosticar as possíveis causas e origens das manifestações patológicas, e indicar uma solução para o caso.

## 8. DIAGNÓSTICO

O diagnóstico estima a origem dos problemas, desta forma, neste trabalho, buscou-se realizar as análises das manifestações patológicas nas regiões de ocorrência ao longo das fachadas, baseando-se nos mecanismos de ocorrência das mesmas. Para a identificação das manifestações patológicas foram utilizados os ensaios a seguir descritos e realizados pela consultoria contratada pela empresa construtora.

### 8.1 ENSAIO DE TERMOGRAFIA

O ensaio de termografia é uma ferramenta de inspeção não destrutiva, não invasiva, segundo a NBR 16292 (ABNT, 2014). Este ensaio tem como base a percepção da radiação emitida naturalmente pelos corpos. Essa ferramenta é capaz de identificar pontos ou regiões onde a temperatura está alterada em relação a um padrão estabelecido. Para a detecção das anomalias é utilizado uma câmera termográfica.

Foram avaliadas imagens termográficas nos apartamentos com maiores incidências de infiltrações, cujos números eram 1102 (colocar entre parêntesis a orientação da fachada), 1202 (orientação) e 1401 (orientação), para identificar pontos de infiltração a partir da fachada. As análises foram realizadas durante o mês de julho para identificar falhas no revestimento com textura. Nos três apartamentos avaliados foi constatado, pela câmera termográfica, presença de umidade em paredes com textura, conforme as Figuras 14, 15, 16, 17, 18 e 19.

Figura 14: Imagem termográfica de infiltração na lateral da janela no Apartamento 1401



Fonte: Empresa de consultoria

Figura 15: Lateral da janela no Apartamento 1401



Fonte: Empresa de consultoria

Figura 16: Imagem termográfica mostrando infiltração no canto da janela do apartamento 1401



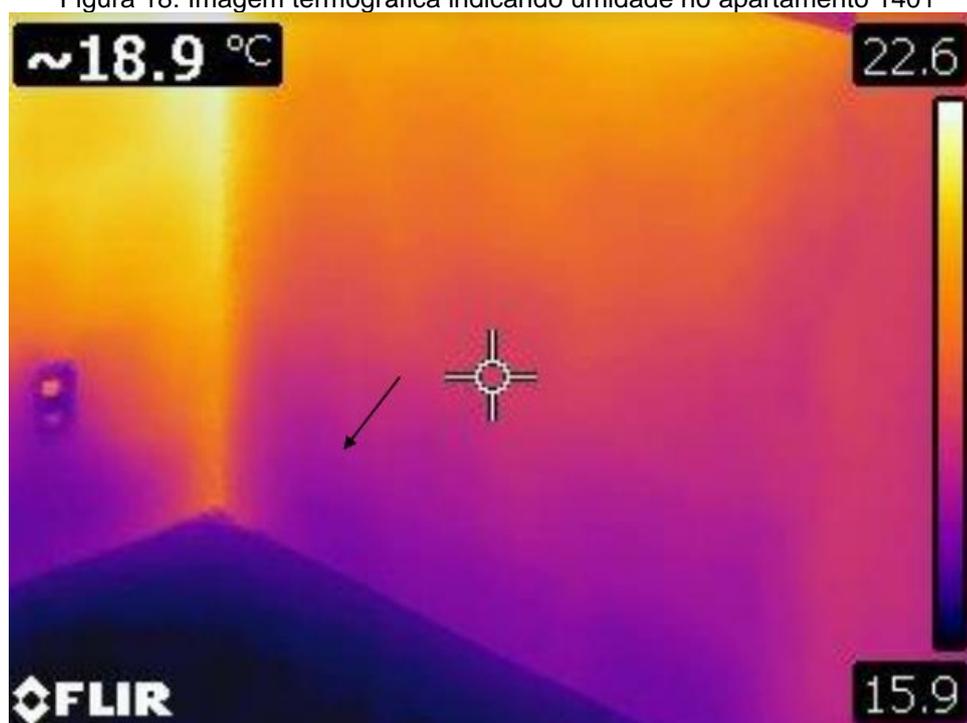
Fonte: Empresa de consultoria

Figura 17: Foto da água percolando no canto da janela do apartamento



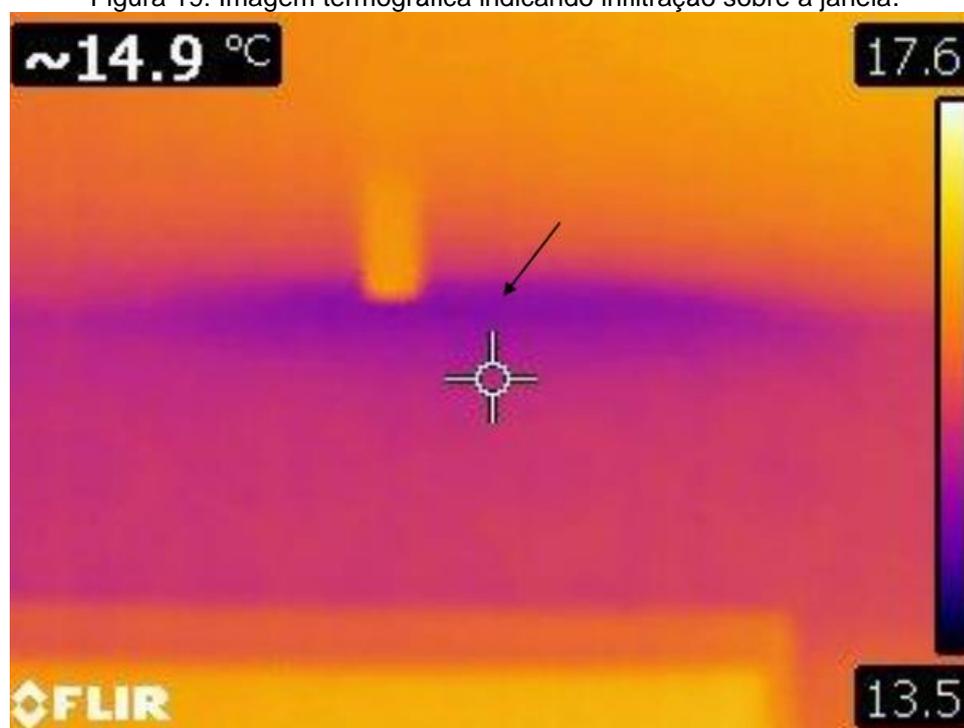
Fonte: Empresa de consultoria

Figura 18: Imagem termográfica indicando umidade no apartamento 1401



Fonte: Empresa de consultoria

Figura 19: Imagem termográfica indicando infiltração sobre a janela.



Fonte: Empresa de consultoria

Durante a inspeção, a fachada com acabamento de textura do apartamento 1401 foi umedecida por uma equipe técnica especializada em inspeções em altura

(Figura 20) para encontrar o caminho das infiltrações. Notou-se que, no canto esquerdo inferior da janela do banheiro, iniciou uma percolação de água logo após a parede externa ser molhada pela equipe técnica.

Figura 20: Técnicos de inspeção molhando a fachada



Fonte: Empresa de consultoria

Na sequência, constatou-se, por ensaio de percussão, que o revestimento externo da lateral esquerda (gola) e pequena região acima desta janela apresentavam descolamento do revestimento. Entre a janela do banheiro e a do dormitório, onde havia sido observada umidade pela câmera térmica, identificou-se uma fissura horizontal nesta região na parte externa da parede.

No ensaio de termografia, a empresa contratada refutou a hipótese de as infiltrações serem ocasionadas pelas esquadrias de PVC e sim pelo próprio revestimento de argamassa, devido a sua porosidade e pela presença de fissuras no mesmo.

## 8.2 ENSAIO DE ESTANQUEIDADE

Este ensaio consiste em avaliar o volume de água absorvido pelo revestimento. Estanqueidade é a propriedade de bloqueio da passagem de água para o interior, sendo, esta, a principal responsável por inúmeras manifestações patológicas existentes. A norma referenciada para este ensaio é a NBR 15575-4 (ABNT, 2013).

A amostra analisada consiste em dois exemplares de um sistema de vedação vertical externo (SVVE) com dimensões mínimas de 180x300 cm (comprimento x altura), sem aberturas, de composição apresentada na Tabela 3, conforme dados fornecidos pelo cliente. A Figura 21 ilustra as amostras antes dos ensaios.

Tabela 3: Composição dos elementos

Sistema	Material	Propriedade	
Revestimento externo	Argamassa	Espessura	2,50 cm
	Textura com coloração	Espessura	3 mm
Substrato	Bloco cerâmico estrutural	fck	7 Mpa
		Dimensões	14x19x29 cm e 19x19x29 cm
Revestimento interno	Argamassa estabilizada	Espessura	2,50 cm
	Sistema de pintura acrílica	Espessura	3 mm

Fonte: A autora (2022)

Figura 21: Condição inicial das faces internas dos exemplares



Fonte: Empresa de consultoria

Os equipamentos utilizados para a realização do ensaio foram os seguintes, conforme a Tabela 4.

Tabela 4: Equipamentos utilizados no ensaio de estanqueidade

Descrição	Fabricante/Modelo	Capacidade Técnica	Calibração	Rastreabilidade
Câmara de estanqueidade E204P	Itt Performance / Padrão ABNT NBR 15575-4:2013 - Anexo C	--	--	--
Medidor de vazão tipo rotâmetro E220P	BLASTER CONTROLES / BLI-200	0,125 L/min – 13 L/min	Data: 26/05/2020 Certificado: BCL0125-20-1 Validade: 1 ano	Laboratório: BLASTER CONTROLES
Manômetro diferencial digital E107P	TESTO 510	0 a 10000 Pa	Data: 10/02/2020 Certificado: 182325/20 Validade: 1 ano	Laboratório: ABS
Cronômetro digital E011P	EXTECH Instruments / 365510	00:00'01" a 99:99'99" – 00:00'01"	Data: 09/12/2019 Certificado: F0654/2019 Validade: 1 ano	Laboratório: LABELO

Fonte: Empresa de consultoria

O ensaio foi realizado pela empresa terceirizada conforme as prescrições do anexo C da ABNT NBR 15575-4 (ABNT, 2013), utilizando uma câmara de estanqueidade com área de exposição de 135x105 cm e aplicando uma vazão de água constante de 3 L/min/m<sup>2</sup>. A pressão foi determinada de acordo com a região de utilização do sistema, sendo, nesse caso, adotado 50 Pa, que corresponde a região V de vento no Brasil, conforme a norma de ensaio. O ensaio teve duração de 7 horas, período no qual foi possível verificar, de forma visual, quaisquer manifestações de presença de umidade na face dos exemplares diretamente opostos ao ensaiado. A Figura 22 apresenta o equipamento empregado na realização do ensaio. Salienta-se que apenas a face externa do sistema construtivo é submetida às ações da água e pressão de ar, enquanto a face interna é objeto de avaliação.

Figura 22: Ensaio de Estanqueidade – equipamento para aspersão de água constante



Fonte: Empresa de consultoria

Nos dias 14 e 15 de julho de 2021 foram realizados dois ensaios no local em paredes externas com textura, no térreo, para verificar a estanqueidade do sistema de vedação vertical de parede externa, pelo ITT Performance (Figuras 23, 24 e 25).

Também foram abertos septos nos blocos de uma fiada, na face da parede interna, para avaliar presença de água no interior dos mesmos, sendo constatado pelo laboratório ausência de umidade.

Figura 23: Teste de estanqueidade – abertura para verificação de umidade na alvenaria



Fonte: Empresa de consultoria

Figura 24: Ensaio de Estanqueidade – bicos para projeção da água contra a parede



Fonte: Empresa de consultoria

Figura 25: Ensaio de Estanqueidade: pressão constante de água



Fonte: Empresa de consultoria

Em uma das paredes testadas foi identificado ponto de saturação com água no revestimento externo, não percolando para o interno durante o período de ensaio.

### 8.3 ENSAIO DE PERMEABILIDADE

O ensaio consiste em submeter um trecho de parede com água, em pressão constante, por meio de uma caixa de acrílico com dimensões internas de 16x34cm (Figura 26), fixada na parede, onde é instalada uma bureta para medir o volume de água absorvida. São realizadas medições e reposição de água nos seguintes períodos: 0, 2h, 4h, 6h e 24h.

Figura 26: Ensaio de permeabilidade do revestimento



Fonte: Empresa de consultoria

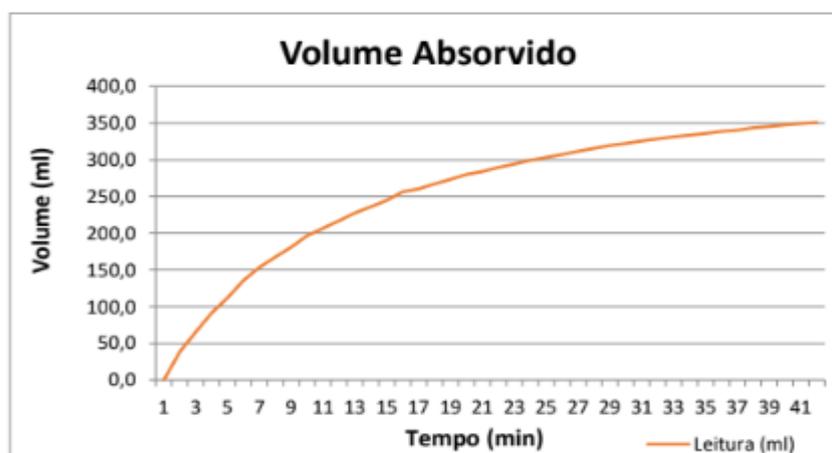
Em julho e agosto de 2021 foram realizados ensaios de permeabilidade do revestimento externo com textura no volume superior do prédio, na região da alvenaria da sala do elevador, conforme NBR 15575 (ABNT, 2013). Os volumes por minuto, infiltrados no revestimento e o volume absorvido estão exemplificados na Tabela 5 e na Figura 27, a seguir.

Tabela 5: Volume infiltrado no revestimento

Volume Infiltrado			
Tempo (min)	Leitura (ml)	Tempo (min)	Leitura (ml)
0	0,0	21	289,5
1	38,6	22	294,3
2	65,4	23	299,1
3	91,2	24	303,1
4	112,3	25	307,0
5	135,5	26	311,4
6	153,5	27	315,4
7	167,5	28	319,3
8	181,1	29	322,4
9	196,5	30	325,9
10	207,0	31	328,5
11	217,1	32	331,1
12	227,6	33	333,8
13	236,0	34	336,0
14	244,7	35	338,6
15	256,6	36	340,4
16	260,1	37	343,9
17	267,1	38	345,6
18	273,2	39	347,4
19	279,8	40	349,1
20	284,2	41	350,9

Fonte: Empresa de consultoria

Figura 27: Volume absorvido pelo revestimento

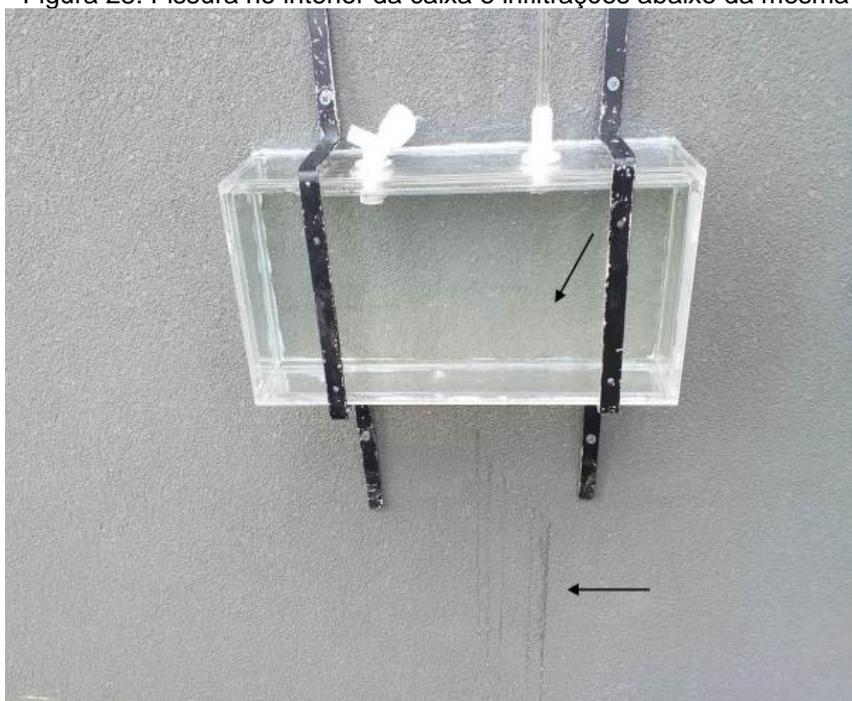


Fonte: Empresa de consultoria

Para a realização do ensaio de estanqueidade foram consideradas três condições de teste.

A primeira condição testada consistiu na instalação da caixa (câmara) sobre uma fissura horizontal, quase imperceptível visualmente, para avaliar o comportamento do revestimento sobre fissuras (Figura 28). Para esta condição, em apenas 41 minutos, a parede absorveu mais de 350 ml de água. Durante o teste, a água penetrava na parte interna da caixa, percolando em dois pontos acima e saindo 13 pontos abaixo da caixa, conforme as Figuras 29, 30.

Figura 28: Fissura no interior da caixa e infiltrações abaixo da mesma



Fonte: Empresa de consultoria

Figura 29: Infiltração de água abaixo da caixa



Fonte: Empresa de consultoria

Figura 30: Infiltração de água acima da caixa



Fonte: Empresa de consultoria

A segunda condição testada considerou a instalação da caixa (câmara) sobre local com aplicação superficial de uma demão de silicone hidrorrepelente e 3 demãos de tinta elastomérica, sendo que em 24 horas foi absorvido 8,5 ml de água (Figura 31).

Na terceira condição testada, a caixa (câmara) foi instalada sobre local onde foi realizada a aplicação superficial de uma demão de fundo preparador e 3 demãos de tinta elastomérica, sendo que em 24 horas foi absorvido 79,8 ml de água.

Figura 31: Teste em revestimento com aplicação de pintura sobre textura



Fonte: Empresa de consultoria

A NBR 15575-4 (ABNT, 2013) prevê uma absorção máxima de 3cm<sup>3</sup> (3ml) em 24 horas. No local onde foi instalada a caixa, para a primeira condição de teste, havia uma fissura horizontal que estava absorvendo a água e causando escorrimentos e gotas na continuidade das fissuras abaixo da caixa. Desta forma, o teste realizado indicou a reprovação do revestimento por ter resultado na absorção de 350ml em apenas 41 minutos.

O teste não foi realizado durante 24 horas porque a absorção foi muito além dos 3ml, previstos na norma, por este motivo mediu-se até 41 minutos porque neste tempo a bureta foi esvaziada.

Após a realização dos testes de permeabilidade concluiu-se que uma alternativa para a solução do problema seria o emprego de hidrorrepelente e tinta elastomérica para a diminuição da absorção de água pelo revestimento, e a diminuição da percolação de água no mesmo. Como foi observado que em toda a fachada havia problemas de infiltrações, ou seja, a argamassa possuía alta porosidade resultando no deslocamento do substrato, realizou-se o teste de percussão para a remoção e tratamento destas áreas danificadas.

#### 8.4 TESTE DE PERCUSSÃO

O teste recomendado pela norma brasileira NBR 13749 (ABNT,2013) é realizado através de batidas de impacto leve para detectar regiões de descolamento do revestimento. Trata-se de um teste em que o profissional bate levemente na fachada com um martelo (Figura 32) e verifica o som emitido por essa atividade. Com base no som emitido, o profissional pode dizer se a fachada está em boas condições ou se apresenta problemas que não são visíveis.

Por exemplo, se o som for cavo, é sinal de que o revestimento da fachada apresenta a presença de ar no seu interior ou problema de adesão. Caso estes não sejam resolvidos, a fachada pode apresentar o deslocamento do revestimento com risco à segurança nas áreas circundantes ao edifício, além da exposição do substrato da parede, tornando-a suscetível a problemas de infiltração.

Figura 32: Martelo utilizado para teste de percussão



Fonte: Assistência técnica

No edifício em estudo, verificou-se, em inspeção visual, descolamentos do revestimento de argamassa em algumas áreas. A empresa contratada para perícia, considerou necessária a realização de teste de percussão em todas as fachadas. Optou-se por iniciar o teste primeiramente no reservatório do prédio onde constatou-se muitos destes pontos.

No dia 22 de julho de 2021 realizou-se a avaliação por percussão no volume superior do prédio na região do elevador, na parte externa, voltada para a frente do condomínio, fachada norte (Figura 33), onde identificou-se locais com descolamentos do revestimento de argamassa, sendo que alguns destes também tinham fissuras, predominantemente na vertical, próximas dos cantos e gola da porta de acesso.

Figura 33: Teste de percussão e fissuras verticais observadas

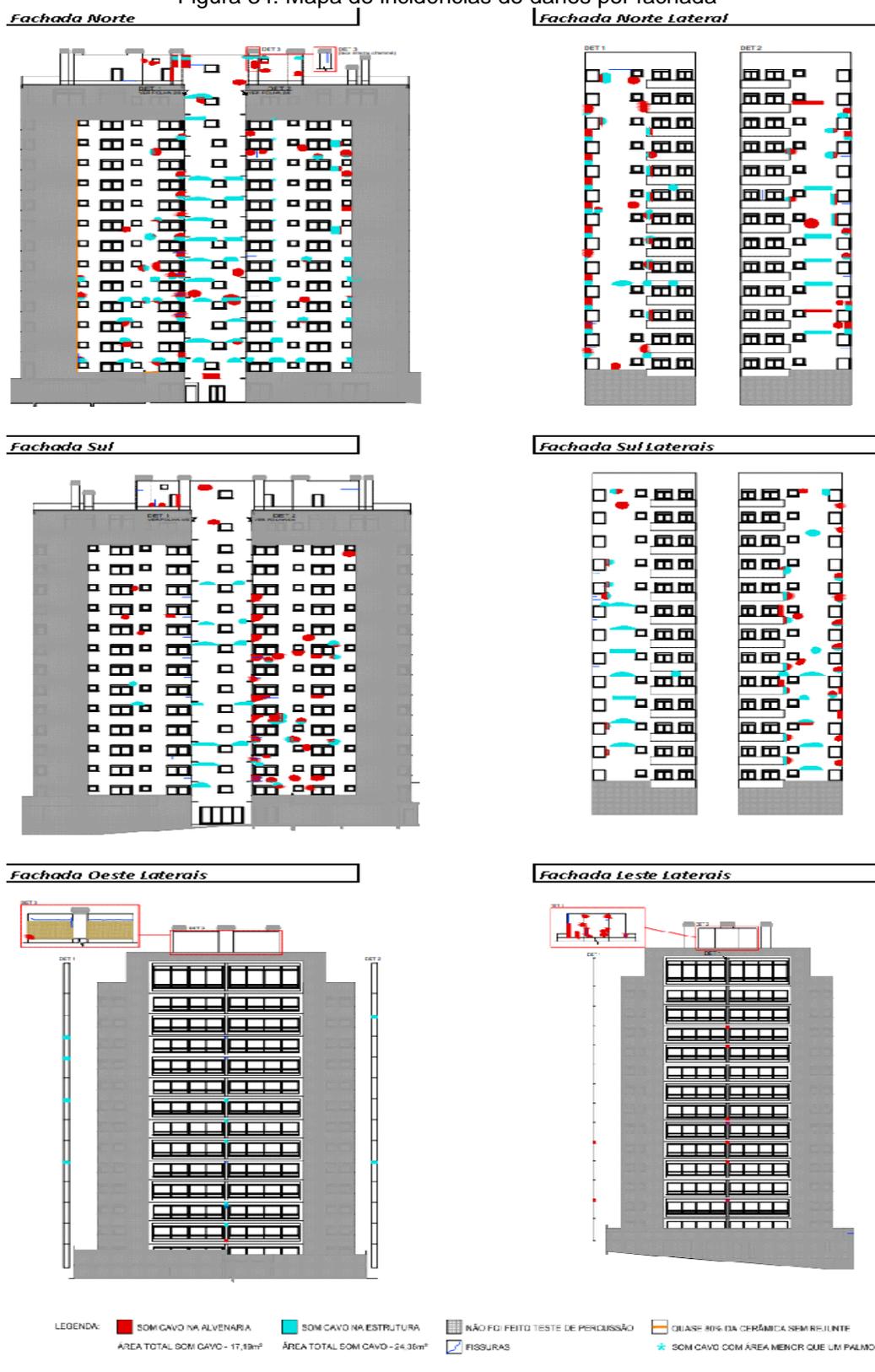


Fonte: Assistência técnica

Após a realização do teste de percussão na região do reservatório, foi feito o teste em todas as fachadas da edificação para a obtenção de um diagnóstico mais preciso.

A Figura 34 mostra graficamente os pontos de incidência de danos por fachada

Figura 34: Mapa de incidências de danos por fachada



Fonte: Empresa de consultoria

Nota-se, no caso da Edificação A, que a fachada norte é a mais atingida por manifestações patológicas de deslocamento da argamassa, apresentando som cavo, tanto em regiões estruturais, quanto em regiões de alvenaria, e também possui fissuras horizontais e verticais, chegando a uma margem de mais de 83% do total de incidências identificadas. Em segundo lugar, a fachada sul apresenta forte predominância de manifestações patológicas. Já as fachadas leste e oeste apresentam menor número de manifestações. Outro fato que pode ser observado através da Figura 34 é a predominância dessas manifestações patológicas nas áreas próximas às esquadrias e transições de pavimentos. Para melhor visualização dos mapas de incidências por fachadas, o anexo A mostrará de forma ampliada.

## 8.5 PRINCIPAIS FALHAS ENCONTRADAS NAS FACHADAS

Avaliando os ensaios realizados pela empresa contratada, notou-se que as infiltrações ocorridas internamente nos apartamentos eram provenientes de regiões com fissuras e som cavo no revestimento.

Nas regiões com som cavo, verificou-se a ocorrência de afastamento da argamassa em relação ao substrato, sem que partes deste deslacassem. Essa característica permite a percolação e acúmulo de água para o interior do substrato.

Outra patologia predominante na edificação foram as fissuras detectadas após inspeção visual e por termografia.

## 9. ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 9.1 ANÁLISE GLOBAL DA EDIFICAÇÃO

Segundo o levantamento de dados, o edifício apresentou problemas após três anos de construção. As infiltrações manifestaram-se primeiramente no interior da edificação e, posteriormente, visualmente pela fachada.

Verificou-se a predominância de manifestações patológicas existentes na edificação foi apresentado nas fachadas norte e sul, onde, possuíam na maioria como revestimento externo apenas o revestimento em argamassa, comparados com as fachadas leste e oeste., que predominava o revestimento cerâmico.

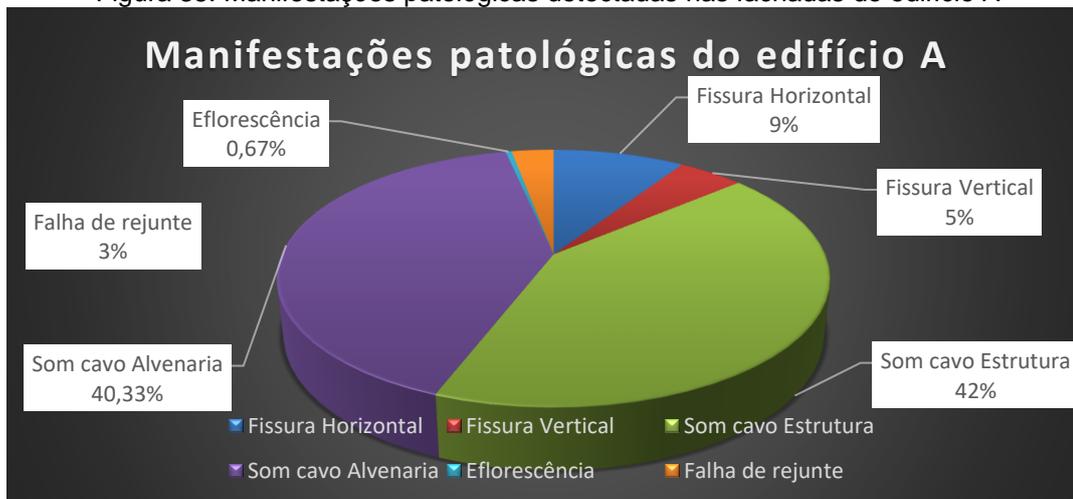
Observa-se, através do estudo realizado, que a composição do revestimento de argamassa da fachada executada foi determinante para o surgimento das infiltrações, apresentando uma falha de proteção, pois, após a pintura elastomérica, notou-se a diminuição de permeabilidade do revestimento.

Um fator importante a ser analisado foi a presença de manifestações patológicas em pontos frágeis, como nas interfaces das estruturas e parede de vedação vertical, principalmente onde apresentavam juntas de dilatação, sendo assim, foi uma incidência constante em todas as fachadas. Observou-se que, mesmo contendo esses elementos de alívio de tensões na interface estrutura/alvenaria, os mesmos não ficaram isentos de manifestações patológicas a cada pé-direito. Falhas no preenchimento das juntas facilitam a infiltração de água e podem contribuir para o surgimento de outros danos, como o descolamento de peças cerâmicas.

Na ligação entre esquadria e vedação vertical e na transição de pavimentos, resultam pontos de encontro de diferentes materiais, com coeficientes de dilatação diferentes. Os desgastes que estão diretamente relacionados com as intempéries, os esforços solicitantes e o vão das esquadrias, podem gerar pontos de infiltração. Estes pontos de vulnerabilidade exigem detalhes construtivos para a não ocorrência de percolação.

A Figura 35 mostra as manifestações patológicas predominantes no edifício A, determinadas a partir dos testes realizados e por observação visual.

Figura 35: Manifestações patológicas detectadas nas fachadas do edifício A



A Tabela 6 apresenta uma breve definição sobre as anomalias detectadas, e possíveis causas de maneira global para os casos analisados.

Tabela 6: Anomalias e possíveis causas das manifestações patológicas do edifício A

Definição tipo de Patologia	Possíveis Causas
<p><u>Fissura Horizontal:</u></p> <p>As fissuras e trincas nas edificações são caracterizadas pelo afastamento ou abertura do material em determinados locais. A diferenciação entre fissura e trinca se dá pelas dimensões de suas aberturas (fissuras, aberturas até 0,5 mm; trincas, aberturas entre 0,5 e 1 mm).</p> <p><u>Fissuras Verticais:</u></p> <p>Fissura ou trinca vertical na edificação é caracterizado pelo afastamento ou abertura do material em determinados locais. A diferenciação entre fissura e trinca se dá pelas dimensões de suas aberturas (fissuras aberturas até 0,5 mm; trincas, aberturas entre 0,5 e 1 mm).</p> <p><u>Manchamentos:</u></p> <p>A água ao atravessar uma barreira fica aderente, resultando daí uma mancha.</p>	<p>As fissuras horizontais foram encontradas em diversos pontos das fachadas do edifício na maioria dos casos, estavam concentradas nos locais de amarração entre as vigas e as paredes, principalmente nas fachadas norte e sul. A provável ocorrência destas nesses locais se deve principalmente devido a concentração de esforços de flexão nas vigas provenientes de deformações da laje, falha na amarração entre a parede e a viga ou também pelo encunhamento precoce da alvenaria. Outro fator que pode ter gerado o surgimento de fissuras deste tipo em locais aleatórios das fachadas é a cura deficiente do concreto. Além disso, muitas fissuras concentraram-se nas extremidades das fachadas, nas regiões de quinas, onde são pontos mais frágeis.</p> <p>O surgimento de fissuras verticais se deu apenas em pontos isolados das fachadas. As principais hipóteses apontadas para o surgimento destas manifestações patológicas seriam a inadequada amarração da parede como o pilar e/ou retração da alvenaria devido a movimentações higrotérmicas.</p> <p>Os manchamentos se deram em todos os panos de fachada da Edificação por conta das infiltrações ocorridas através do revestimento de argamassa.</p>

<p><u>Eflorescência:</u></p> <p>Formações salinas nas superfícies das paredes, trazidas de seu interior pela umidade. Apresenta-se com aspecto esbranquiçado à superfície da pintura ou reboco;  Criptoflorescência: Formação de cristais no interior da parede ou estrutura pela ação de sais. Causam rachaduras e até a queda da parede;  Gelividade: Ação da água depositada nos poros e canais capilares dos materiais que ao se congelar podem causar a desagregação dos mesmos devido ao seu aumento de volume.</p>	<p>Apresentaram-se apenas em pontos isolados na fachada norte e oeste.</p>
<p><u>Descolamento em placa:</u></p> <p>A placa apresenta-se endurecida, quebrando com dificuldade. Sob percussão o revestimento apresenta som cavo</p>	<p>A manifestação ocorreu em 83% das fachadas da edificação.</p>

Fonte: Autora (2022)

## 9.2 ALTERNATIVAS DE REPAROS

Com base nas anomalias verificadas, apresentam-se algumas das alternativas adotadas para o reparo das manifestações patológicas encontradas.

A primeira foi a revisão geral da estanqueidade das esquadrias de PVC. Após isto, todas as pastilhas cerâmicas foram inspecionadas, e rejuntadas.

Nas regiões com som cavo, com dimensão superior a 30 cm de diâmetro, onde o substrato é alvenaria, foi realizada a remoção do material e composta nova camada de chapisco do tipo convencional, traço 1:3 sobre a alvenaria, conforme a Figura 36. Na região dos elementos estruturais foi aplicado o chapisco industrializado com propriedades adesivas. Após 28 dias de cura dos locais onde foi aplicado o novo reboco, foi executada a pintura.

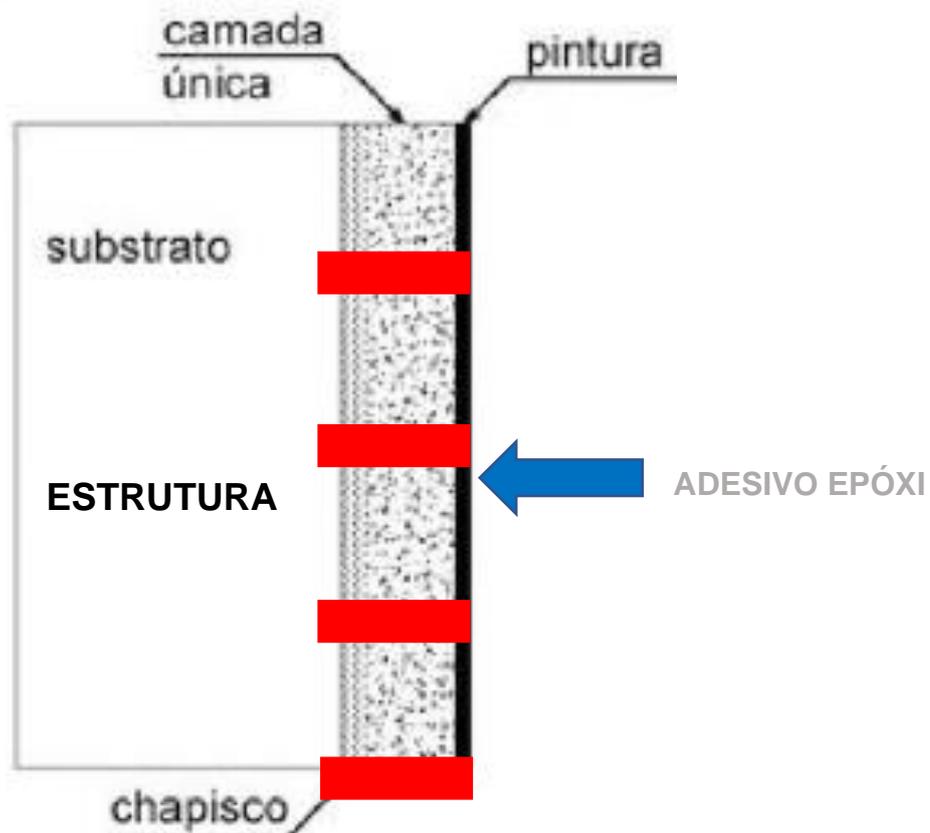
Figura 36: Remoção do material deteriorado e composta nova camada de chapisco do tipo convencional sobre alvenaria



Fonte: Assistência técnica

Nas regiões da fachada com som cavo, onde o substrato era de concreto armado, com área superior a 30 cm de diâmetro de descolamento, indicou-se realizar uma rede de furação a cada 10 cm para possibilitar a injeção dos produtos no substrato (Figura 37, 38, 39). Esses furos foram realizados com broca de 5 mm do tipo SDS. Como indicação do fabricante, convém forçar o equipamento para que o mesmo avance para o interior da camada de concreto da estrutura (pelo menos 5mm), utilizando a função martetele/furadeira. Remove-se totalmente o pó no interior dos furos, utilizando compressor de ar, adaptando uma agulha de 10 cm de comprimento.

Figura 37: Solução para regiões com som cavo na estrutura



Fonte: Assistência técnica

Figura 38: Furações no revestimento sobre estrutura



Fonte: Assistência técnica

Figura 39: Aplicação do produto epóxi



Fonte: Assistência técnica

Em seguida, foi utilizada agulha veterinária denominada sonda mamária tipo Luer-Lock, indicada por ser mais resistente. Inseriu-se o produto epóxi com aplicador especificado pelo fabricante, utilizando um adaptador na ponta do bico misturador, reduzindo o diâmetro do mesmo até 4 mm, possibilitando a inserção do produto desde a estrutura até a superfície do revestimento. Não é indicado aplicar este produto se os furos estiverem úmidos em função da ocorrência de chuva (Figura 40).

Figura 40: Produto Epóxi



Fonte: Assistência técnica

Os tratamentos das fissuras e trincas foram executados conforme as recomendações do fabricante de tintas, descritos a seguir:

Para as fissuras foi feita a limpeza e escovação da superfície, eliminando o pó e as partes soltas e aplicando fundo preparador.

A solução para as trincas foi a abertura da mesma em forma de “V”, limpando e escovando a superfície, eliminando o pó e as partes soltas. Em seguida, foi aplicado fundo preparador, preenchendo as trincas com uma mistura de 1 parte de tinta acrílica emborrachada para 2 a 3 partes de areia fina. Foi aplicado 1 demão de tinta acrílica emborrachada, fixando tela de poliéster. Após, foi aplicado mais 1 demão da mistura de areia e tinta acrílica emborrachada para preencher a tela. E por último foram aplicadas 3 demãos de tinta acrílica emborrachada para acabamento.

Depois, foi feita a pintura total das fachadas com substrato texturizado, sendo uma demão de silicone hidrorrepelente e 3 demãos de tinta elastomérica.

Após as intervenções foram realizados novos testes de permeabilidade da fachada. A amostra apresentou absorção de 1,8 ml de água em 24 horas, ou seja, dentro do limite exigido pela NBR 15575-4 (2013).

Além disto, foi realizado teste de tração ou arrancamento, que consiste em verificar a aderência entre as camadas constituintes do revestimento (base, argamassa e acabamento), determinando o valor máximo da tensão de aderência suportada. O teste foi realizado em locais específicos da fachada que anteriormente tinham alta taxa de infiltrações, tais como: próximos às interfaces entre alvenaria e estrutura, e próximos às esquadrias, conforme mostram as figuras 41 e 42.

Figura 41: Fragmento retirado no ensaio



Fonte: Assistência técnica

Figura 42: Ensaio de tração



Fonte: Assistência técnica

Segundo a NBR 13528 (ABNT, 2010) o valor exigido para revestimentos externos é de 0,30 Mpa e, no ensaio realizado *in loco*, teve-se como resultado o valor de 0,66 MPA, bem acima do recomendado. Dito isto, avalia-se que as intervenções feitas foram eficazes para a solução do problema.

### 9.3 SUGESTÕES DE MEDIDAS PREVENTIVAS

É essencial, como medida preventiva, a análise das etapas construtivas da obra. Portanto, para evitar o aparecimento constante de manifestações patológicas, é necessário, desde a fase inicial, durante o planejamento e projeto, especificar corretamente os materiais, além de determinar a resistência necessária para suportar as demandas da estrutura, ao mesmo tempo em que deve ser garantido o treinamento adequado para capacitação da mão de obra durante a execução e acompanhamento de um profissional técnico para verificar o serviço.

Atender às necessidades de manutenção ao longo da vida de uma edificação também é fundamental para garantir o desempenho da edificação e a durabilidade dos materiais utilizados, resultando em um empreendimento ambientalmente sustentável. No entanto, grande parte das manifestações patológicas encontradas nas fachadas dos edifícios podem ser evitadas se os processos construtivos tivessem passado por uma inspeção técnica quanto à execução conforme especificações do projeto, bem como por um controle de qualidade nas etapas que envolvem o sistema de revestimento das fachadas.

## 10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que a análise das manifestações patológicas é essencial para a recuperação do desempenho e extensão da vida útil de uma edificação. No entanto, o importante nesses casos é a compreensão da necessidade do estudo em questão, para evitar a sua recorrência em problemas futuros.

Desta forma, o presente trabalho focou nos condicionantes envolvidos nas manifestações patológicas das fachadas do edifício em estudo, abordando, entre outros aspectos, os relacionados com os materiais envolvidos, projeto, processo de produção e normalização. Foi apresentado um estudo de caso de uma edificação no município de Porto Alegre – RS, permitindo apontar algumas conclusões obtidas e a seguir descritas:

- a) O projeto, os processos da construção e o correto emprego de materiais são fundamentais para o bom desempenho da edificação;
- b) A maior incidência de manifestações patológicas pôde ser detectada por inspeção visual e no ensaio de percussão;
- c) As manifestações patológicas, para este caso, foram originadas a partir da presença de umidade nos revestimentos. Ou seja, inibindo a sua ocorrência, diminuiu-se consideravelmente os problemas e a degradação da fachada.

No estudo de caso em questão, verificou-se que, apesar de terem sido feitos os levantamentos e constatado que a causa das anomalias fosse a presença de umidade no revestimento, não ficou claro se o problema em questão estava associado à proteção superficial ineficiente da textura, ou a falta de aderência da argamassa. Constatando-se a necessidade de estudos complementares para conclusões mais precisas.

## REFERÊNCIAS

- ANTUNES, G. R. **Estudo de manifestações patológicas em revestimento de fachada em Brasília – Sistematização da Incidência de casos**. 2010. 178 f. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) - Universidade de Brasília. Brasília, 2010.
- BAÍÁ, L. L. M.; SABBATINI, F. H. **Projeto e execução de revestimento de argamassa**. 4ª ed. São Paulo: O Nome da Rosa, 2008.
- BAUER, E. **Revestimento de argamassa: características e peculiaridades**. Brasília: LEM-UnB; SINDUSCON, 2005.
- BAUER, Roberto José Falcão. **Falhas em Revestimentos, suas causas e sua prevenção**. Centro Tecnológico Falcão Bauer, 1996.
- BRANDÃO, A, M, da S. **Qualidade e durabilidade das estruturas de concreto armado: aspectos relativos ao projeto** / Ana Maria da Silva Brandão. São Carlos, 1998.
- CÁNOVAS, Manuel F. **Patologia e terapia do concreto armado**; tradução de M. Celeste Marcondes, Beatriz Cannabrava. São Paulo: PINI, 1988.
- CARASEK, H. **Patologias das Argamassas de Revestimento**. In Isaia, G. C. (Org.). **Materiais de Construção e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. São Paulo: IBRACON, 2007, v.1, p1-11.
- CBIC, Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Desempenho de edificações habitacionais: Guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013**. 2ª ed. Brasília, Gadioli Cipolla Comunicação, 2013.
- CINCOTTO, Maria Alba; UEMOTTO, Kai Losc. **Patologia das Argamassas de Revestimento – Aspectos Químicos**. In: III SIMPÓSIO NACIONAL DE TECNOLOGIA DA 76 CONSTRUÇÃO, São Paulo, 1986. **Patologia das Edificações: anais**. São Paulo, EPUSP, 1986, p.77-85.
- CREMONINI, Ruy Alberto. **Incidência de manifestações patológicas em unidades escolares da região de Porto Alegre: Recomendações para projeto, execução e manutenção**. Porto Alegre, 1988. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/>>. Acesso em: 20/jun./2022.
- DA SILVA, 2011. **Caracterização das manifestações patológicas presentes em fachadas de edificações multipavimentados da cidade de Ijuí/RS** Disponível

em:<<http://www.projetos.unijui.edu.br/petegc/wp-content/uploads/2010/03/TCC-Fabr%C3%ADcio-Nunes-da-Silva.pdf>>. Acesso em: 30/jun./2022.

DAL MOLIN, D. C. C.; ARANHA, P. M. S. **Morbidades das Estruturas de Concreto Armado na Região Amazônica**. In: III Congresso Ibero-americano de la Construcción - CONPAT 95, 1995, La Habana, 1995.

DO CARMO, Paulo Obregon. **Patologia das construções**. Santa Maria, Programa de atualização profissional – CREA – RS, 2003.

DÓREA, Sandra C. L., LIBORITO, Jefferson B. L. **Reabilitação de estruturas de concreto armado: uma análise anterior a sua ocorrência**. In: REIBRAC – IBRACON – **Reabilitação das estruturas de concreto**. V. 1. Anais. 1996. Ribeirão Preto – SP, p. 357-367.

FIORITO; A. J. S. **Manual de argamassas e revestimentos: estudos e procedimentos de execução**. São Paulo, Ed. Pini, 2009.

HELENE, P. R. L. **Contribuição ao estudo da corrosão em armaduras de concreto armado**. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica da USP. São Paulo, 1993.

LICHTENSTEIN, Norberto B. Boletim técnico 06/86: **Patologia das Construções**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1986. LIMA, Helder. A geometria do reboco. Revista Construção. São Paulo, nº 2206, mai. 1990.

LIMA, Helder. **A geometria do reboco**. Revista Construção. São Paulo, nº 2206, mai. 1990.

MACIEL, L.L.; BARROS, M. M. S. B.; SABBATINI, F.H. **Recomendações para a Execução de Revestimentos de Argamassa para Paredes de Vedação Internas e Exteriores e tetos**. 1998. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – PCC, São Paulo. Notas de aula.

MAGALHÃES, A. C. **Patologia de Rebocos Antigos**. LNEC. Cadernos de Edifícios, nº 2. 2002, p. 1-15.

MARTIN ENGINEERING. **Maintenance for maximum productivity**. Internacional coment review. June,1998.

MEIRA, Alessandra Rocha e HEINECK, Luiz Fernando M. **Estudo na área de manutenção das construções: uma visão geral**. Disponível em: Acesso em: 04/jun./2022.

MORAIS, A. F. de; RESENDE, M. de F. **Revestimento de Fachadas: Projeto de Produção para Melhoria da Qualidade**. 15f. Boletim Técnico. Universidade de Pernambuco, 2000.

NBR 13529 – **Revestimentos de paredes e tetos de paredes inorgânicas**. Rio de Janeiro, 2013.

NBR 13749 - **Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Especificação**. Rio de Janeiro, 2013.

NBR 14037 – **Manual de uso, operação e manutenção das edificações, efetuando registros documentados das manutenções**. Rio de Janeiro, 2014.

NBR 15575 - **Edificações Habitacionais – Desempenho**. Rio de Janeiro, 2021.

**NBR 15575-1**. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Manual de operação, uso e manutenção das edificações – Conteúdo e recomendações para elaboração e apresentação. Rio de Janeiro, 1998, p. 5.

NBR 5674/1999 – **Manutenção de edificações – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2013.

NBR 7200 – **Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas**. Rio de Janeiro, 1998.

PAES, I. L.; BAUER, E.; CARASEK, H. **Influência da estrutura de poros de argamassas mistas e de blocos de concreto e cerâmico no desempenho dos revestimentos**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DAS ARGAMASSAS, 2005, Florianópolis. Anais. Florianópolis: CETA / ANTAC, 2005.

PERES, Rosilena Martins. **Levantamento e Identificação de Manifestações Patológicas em Prédio Histórico – Um estudo de caso**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – UFRGS, Porto Alegre, 2001, p.142.

ROSCOE, M. T. **Patologias em Revestimento Cerâmico de Fachada**. 2008. 81f. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2008.

SANTOS, Camila Eloisa Dos. **Estudo de caso de manifestações patológicas observadas em edificação escolar estadual no município de São Tomé-PR**. Universidade Cesumar – UNICESUMAR, Maringá, 2020.

SILVEIRA, Débora R. D. Da; AZEVEDO, Eline S. De; SOUZA, Deyse M. O. De; GOUVINHAS, Reidson P. **Qualidade na construção civil: Um estudo de caso em uma empresa da construção civil do Rio Grande do Norte.** Natal, 2002.

SIQUEIRA. A. P. **Inspeção Predial: Check-up Predial: Guia da Boa Manutenção.** 2ª ed. São Paulo: LEUD. 2009.

SOUZA, V. C.; RIPPER, T. – **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto,** São Paulo: PINI, 1998.

SOUZA. V. C. M.; RIPPER. T. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto.** 1ª ed. São Paulo: PINI, 2009.

TAGUCHI. M. K. **Avaliação e Qualificação das Patologias das Alvenarias de Vedação nas Edificações.** 84f. 2010. Dissertação (Mestrado em Construção Civil). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2010.

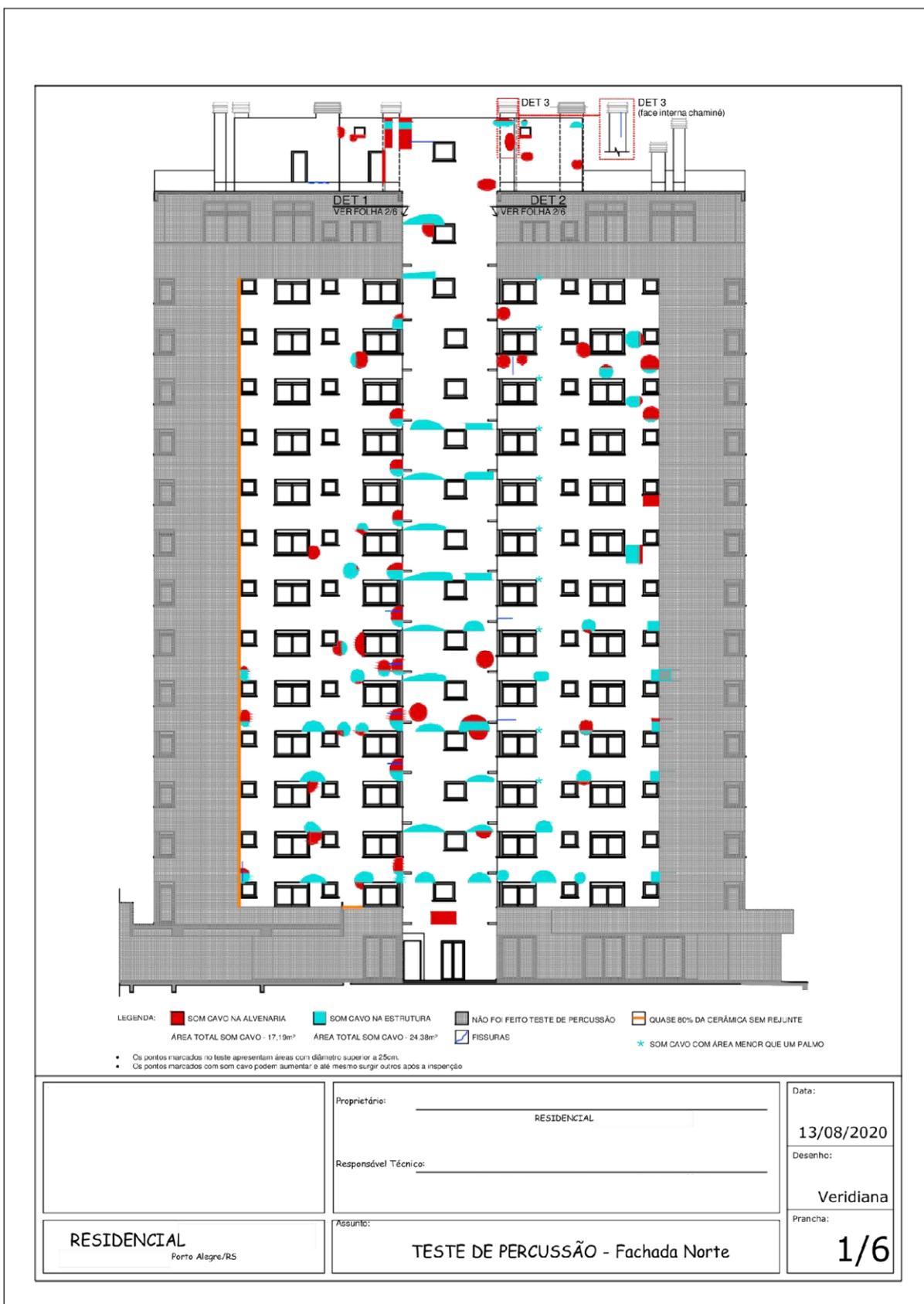
THOMAZ, E. **Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação.** São Paulo: PINI, 2001.

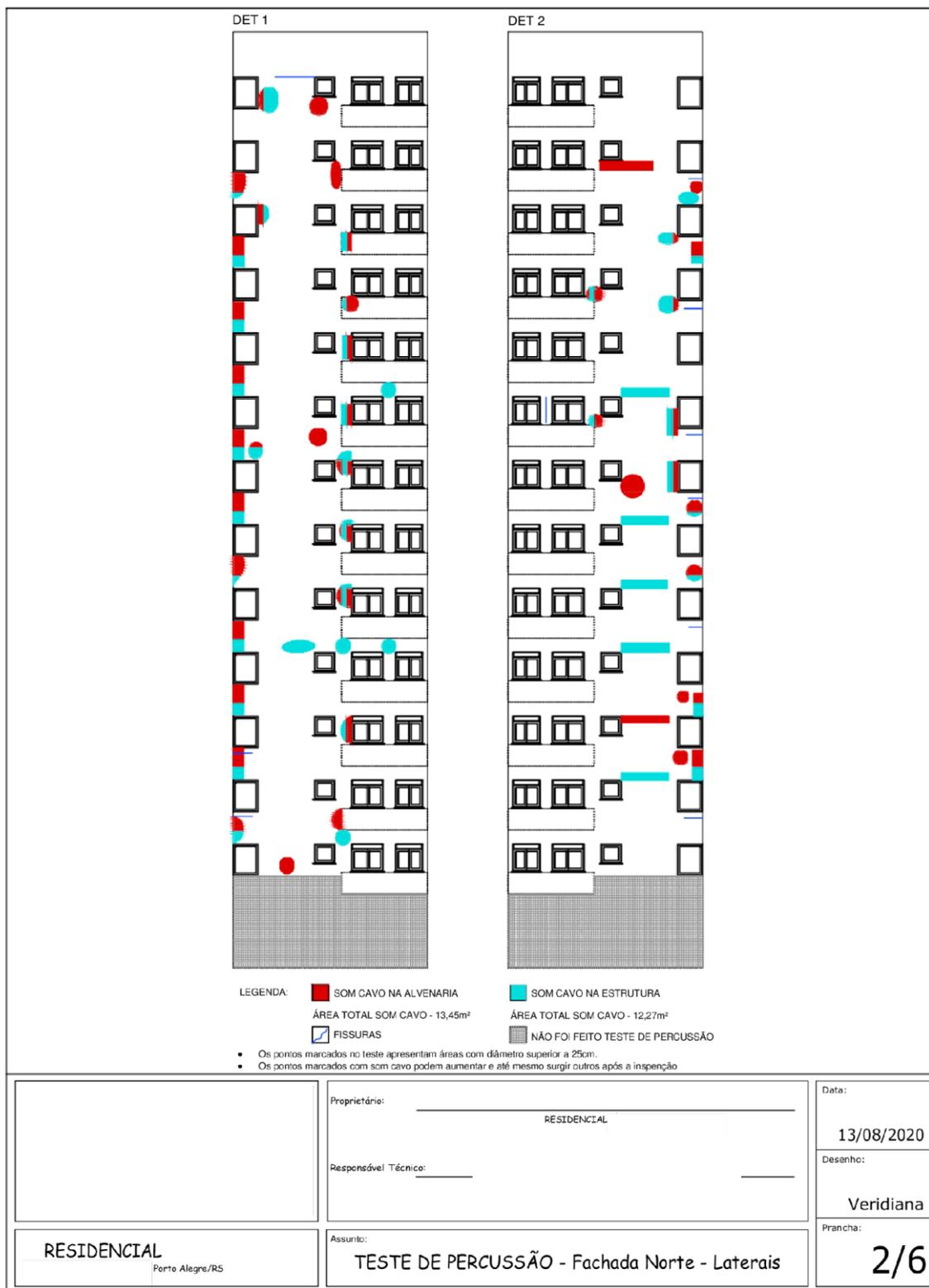
THOMAZ. E. **Trincas em Edifícios: Causas, Prevenção e Recuperação.** 1ª ed. São Paulo: PINI. 1989.

VERÇOSA, E.J. **Patologia das edificações.** Porto Alegre, Ed. Sagra, 1991.

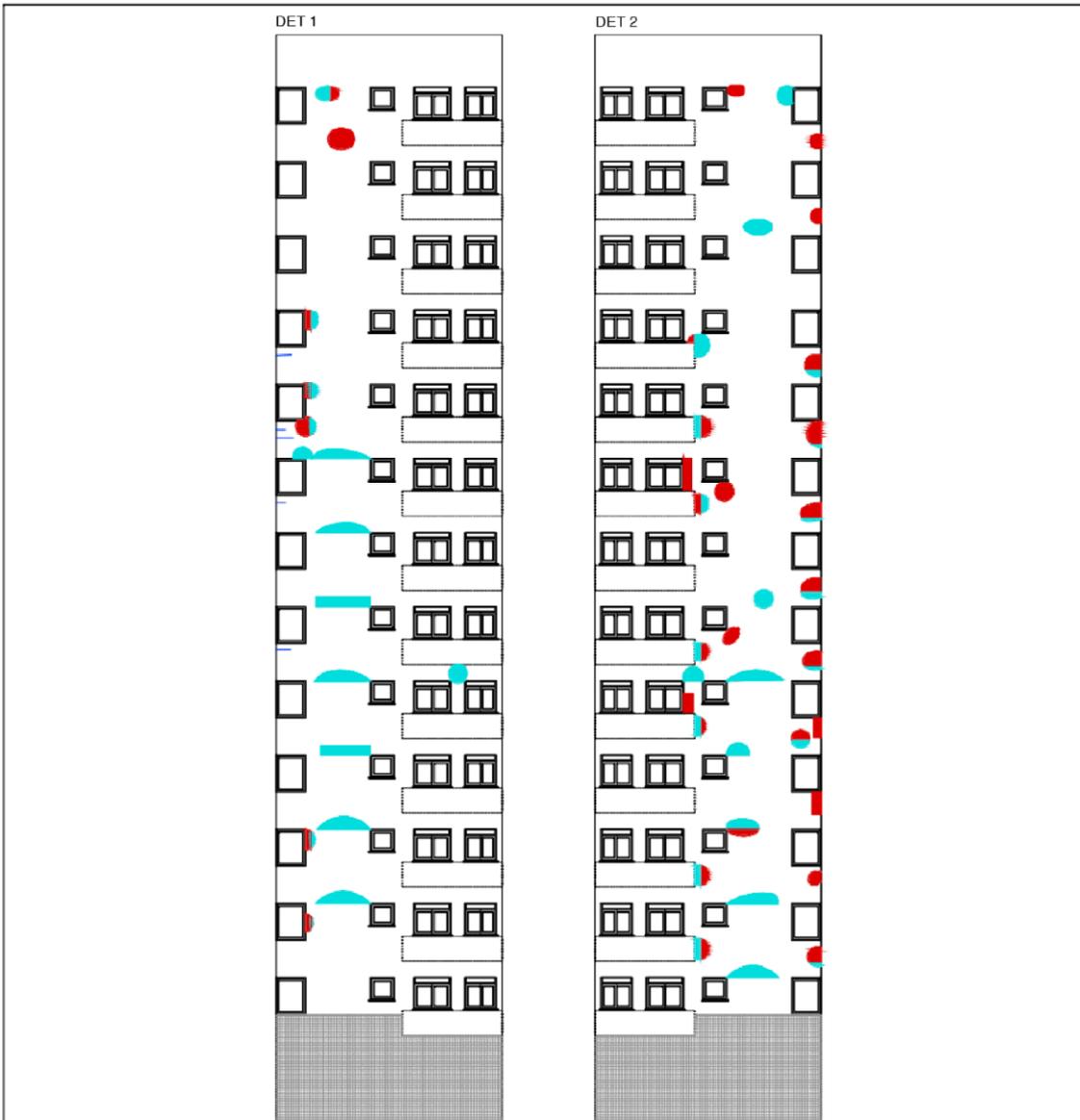
ZUCHETTI, 2015. **Patologias da construção civil: investigação patológica em edifício corporativo de administração pública no vale do taquari/RS.** Disponível em:<<https://www.univates.br/bduserver/api/core/bitstreams/bd3c4e33-a76e-4514-a396-86b0cebeb9e9/content> >. Acesso em: 18/jun./2022.

## ANEXO A – MAPA DE INCIDÊNCIAS DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS POR FACHADA









**LEGENDA:** ■ SOM CAVO NA ALVENARIA ■ SOM CAVO NA ESTRUTURA  
 ÁREA TOTAL SOM CAVO - 7,71m<sup>2</sup> ■ ÁREA TOTAL SOM CAVO - 11,25m<sup>2</sup>  
— FISSURAS  NÃO FOI FEITO TESTE DE PERCUSSÃO

- Os pontos marcados no teste apresentaram áreas com diâmetro superior a 25cm.
- Os pontos marcados com som cavo podem aumentar e até mesmo surgir outros após a inspeção

Proprietário: \_\_\_\_\_  
 Responsável Técnico: \_\_\_\_\_

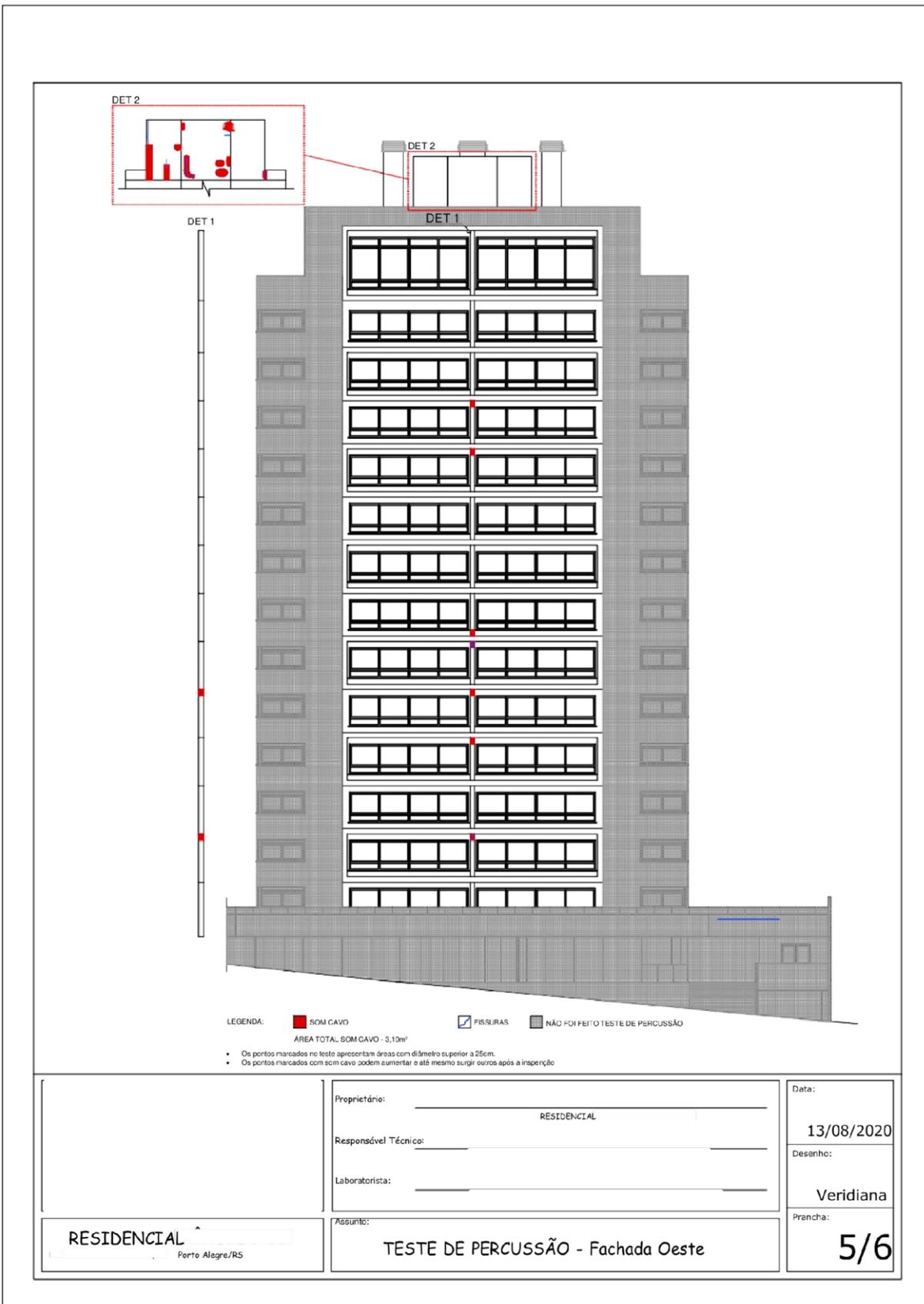
Proprietário: \_\_\_\_\_  
 RESIDENCIAL  
 Responsável Técnico: \_\_\_\_\_

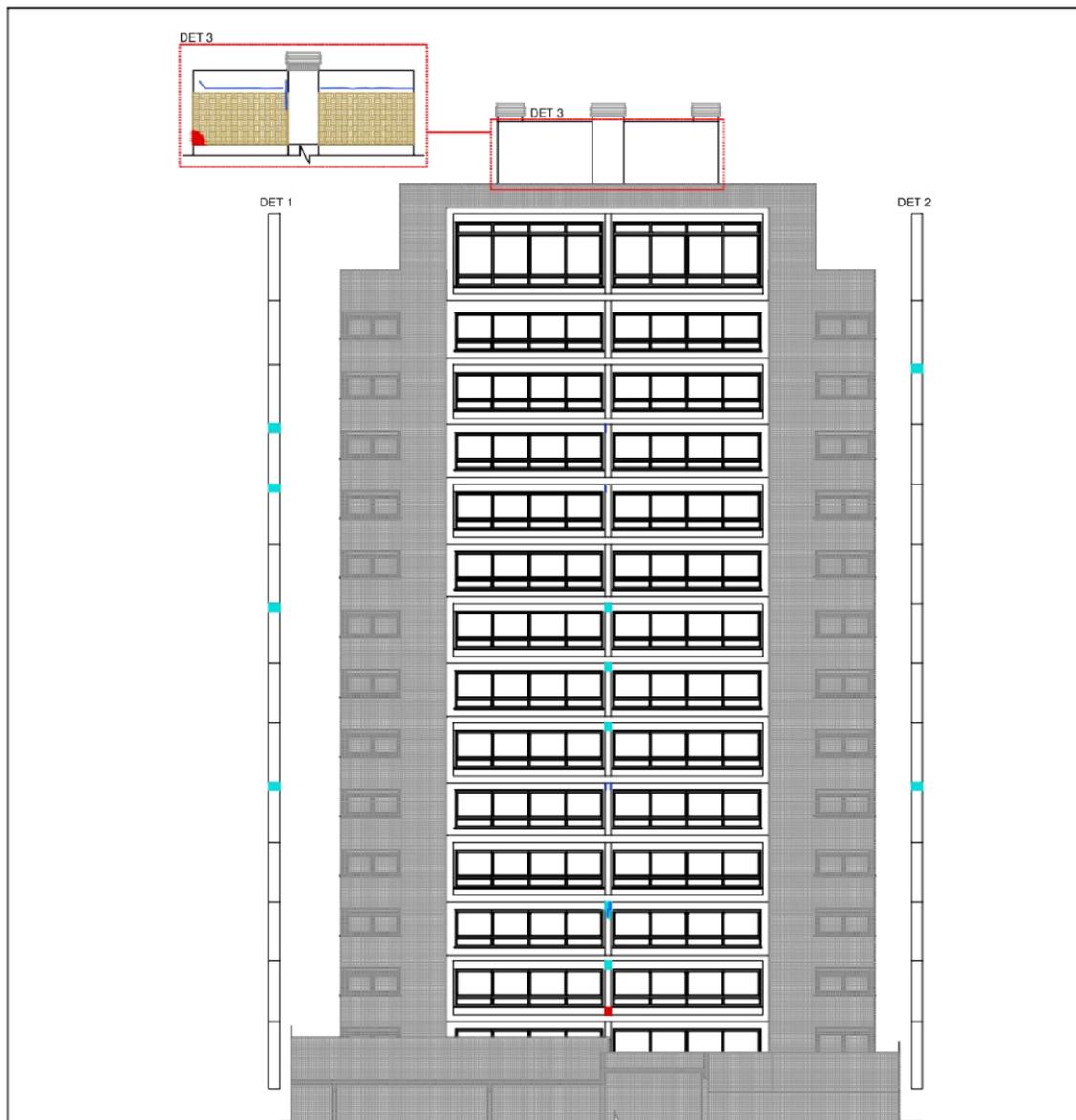
Data: 13/08/2020  
 Desenho: Veridiana

**RESIDENCIAL**  
 Porto Alegre/RS

Assunto: **TESTE DE PERCUSSÃO - Fachada Sul - Laterais**

Prancha: **4/6**





- LEGENDA:
- SOM CAVO NA ALVENARIA
  - SOM CAVO NA ESTRUTURA
  - NÃO FOI FEITO TESTE DE PERCUSSÃO
  - ÁREA TOTAL SOM CAVO - 0,32m<sup>2</sup>
  - ÁREA TOTAL SOM CAVO - 1,60m<sup>2</sup>
  - REGIÃO TODA FISSURADA
  - FISSURAS

- Os pontos marcados no teste apresentam áreas com diâmetro superior a 25cm.
- Os pontos marcados com som cavo podem aumentar e até mesmo surgir outros após a inspeção

	Proprietário: _____ <p style="text-align: center;">RESIDENCIAL</p> Responsável Técnico: _____	Data: <p style="text-align: center;">13/08/2020</p> Desenho: <p style="text-align: center;">Veridiana</p> Prancha: <p style="text-align: center; font-size: 24px;">6/6</p>
<b>RESIDENCIAL</b> Porto Alegre/RS	Assunto: <b>TESTE DE PERCUSSÃO - Fachada Leste</b>	