

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

CAROLINA HARTMANN SCHOLZ

**IDENTIFICAÇÃO DAS PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE
AMBIENTES INTERNOS EM USO: ESTUDO DE CASO EM UMA EDIFICAÇÃO DA
UTFPR CAMPUS PATO BRANCO**

PATO BRANCO

2023

CAROLINA HARTMANN SCHOLZ

**IDENTIFICAÇÃO DAS PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE
AMBIENTES INTERNOS EM USO: ESTUDO DE CASO EM UMA EDIFICAÇÃO DA
UTFPR CAMPUS PATO BRANCO**

**Identification of the main pathological manifestations of internal environments
in use: a case study in a building at UTFPR campus Pato Branco**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof^a. Dra. Heloiza Aparecida Piassa
Benetti.

PATO BRANCO

2023



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

CAROLINA HARTMANN SCHOLZ

**IDENTIFICAÇÃO DAS PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DE
AMBIENTES INTERNOS EM USO: ESTUDO DE CASO EM UMA EDIFICAÇÃO DA
UTFPR CAMPUS PATO BRANCO**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 20 de junho de 2023

Heloiza Aparecida Piassa Benetti

Doutorado em Engenharia de Produção

Professora titular da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Pato Branco

Cleovir José Milani

Doutorado em Engenharia Civil e Ambiental

Professor titular da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Pato Branco

Jairo Trombetta

Mestrado em Engenharia

Professor titular da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Pato Branco

**PATO BRANCO
2023**

RESUMO

As construções estão sujeitas ao desenvolvimento de manifestações patológicas, seja pelo envelhecimento natural, pela influência do meio em que estão inseridas, de como são utilizadas, ou ainda, por falhas e más escolhas durante sua elaboração. O aparecimento desses defeitos reflete na funcionalidade da edificação, prejudicando seu desempenho e vida útil. O estudo das manifestações patológicas se dedica a compreender os mecanismos envolvidos na sua ocorrência para alcançar uma correção que recupere o conforto e a durabilidade da edificação. Assim, este trabalho busca, por meio de um estudo de caso, identificar as principais manifestações patológicas presentes nos revestimentos internos de uma edificação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus* Pato Branco, utilizando de inspeção visual, registros fotográficos e pesquisa bibliográfica. Esse levantamento indicou as fissuras como defeito predominante, apresentando seis formatos distintos e somando 88,5% do total de anomalias registradas. Seguida do aparecimento de manchas, relacionadas à presença de microrganismos e produtos de corrosão, enquanto, um pequeno número de desagregação em concreto e argamassa e descascamentos na pintura foram visualizados. Observou-se, também, que o contato com a umidade foi um fator presente nas regiões que acumularam mais defeitos, possivelmente exercendo uma contribuição. Ainda assim, as anomalias não representaram uma degradação acentuada dos ambientes, entretanto, a manutenção e correção são bem-vindas para que os problemas não evoluam e prejudiquem o desempenho e durabilidade da edificação, além de tornar a recuperação mais custosa.

Palavras chave: manifestações patológicas; diagnóstico; durabilidade.

ABSTRACT

Constructions are subject to the appearance of pathological manifestations, whether due to natural aging, the influence of the environment in which they are inserted, how they are used, or even failures and bad choices during their elaboration. The appearance of these defects reflects on the functionality of the building, impairing its performance and useful life. The study of pathological manifestations is dedicated to understanding the mechanisms involved in their occurrence in order to achieve a correction that restores the comfort and durability of the building. Thus, this work seeks, through a case study, to identify the main pathological manifestations present in the internal coatings of a building of the Federal Technological University of Paraná, Campus Pato Branco, using visual inspection, photographic records and bibliographical research. This survey indicated cracks as the predominant defect, with six different shapes and accounting for 88.5% of the total number of registered anomalies. This was followed by the appearance of stains, related to the presence of microorganisms and corrosion products, while a small number of disaggregation in concrete and mortar and peeling of paint were visualized. It was also observed that contact with moisture was a factor present in the regions that accumulated more defects, possibly exerting a contribution. Even so, the anomalies did not represent an accentuated degradation of the environments, however, maintenance and correction are welcome so that problems do not evolve and impair the performance and durability of the building, in addition to making recovery more expensive.

Keywords: pathological manifestations; diagnosis; durability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Lei de Sitter	16
Figura 2 - Efeito da manutenção do desempenho	17
Figura 3 - Fissuras, trincas e rachaduras	20
Figura 4 - Fissuras de movimentação térmica	21
Figura 5 - Fissuras de movimentação térmica	21
Figura 6 - Fissuras de cisalhamento nas alvenarias	22
Figura 7 - Fissuras em laje	22
Figura 8 - Fissuras pela expansão de tijolos	24
Figura 9 - Fissuras pela absorção da umidade no topo da parede	24
Figura 10 - Fissuras verticais por sobrecarga	25
Figura 11 - Fissura horizontal por sobrecarga	25
Figura 12 - Fissuras no entorno de aberturas	26
Figura 13 - Fissuras no entorno de aberturas	26
Figura 14 - Fissuras no entorno de aberturas	26
Figura 15 - Fissuras por deformação da estrutura	27
Figura 16 – Fissuras por recalque diferencial	28
Figura 17 – Fissuras por recalque diferencial	29
Figura 18 - Fissuras por recalque diferencial	29
Figura 19 - Fissura por encunhamento precoce	30
Figura 20 - Fissuras em laje	31
Figura 21 - Tela com bandagem	35
Figura 22 - Tela metálica	36
Figura 23 - Mapa do <i>Campus</i>	40
Figura 24 - Fissuras sala 108	42
Figura 25 - Fissuras sala 011	43
Figura 26 - Fissuras sala 108	44
Figura 27 - Fissura sala 110	44
Figura 28 - Fissuras sala 010	45
Figura 29 - Fissuras sala 011	45
Figura 30 - Fissuras sala 110	46

Figura 31 - Fissuras externas	46
Figura 32 - Fissuras sala 108	47
Figura 33 - Fissura sala 107	48
Figura 34 - Fissuras sala 107	48
Figura 35 - Fissuras sala 011	49
Figura 36 - Fissura externa	49
Figura 37 - Fissuras sala 107	50
Figura 38 - Fissuras sala 108	51
Figura 39 - Fissuras sala 010	51
Figura 40 - Fissuras sala 011	52
Figura 41 - Fissuras sala 011	52
Figura 42 - Fissuras sala 108	53
Figura 43 - Fissuras sala 011	54
Figura 44 - Fissuras sala 011	55
Figura 45 - Fissuras sala 106	55
Figura 46 - Fissura sala 109	56
Figura 47 - Fissura sala 111	57
Figura 48 - Fissura sala 010	57
Figura 49 - Fissuras sala 108	58
Figura 50 - Fissuras sala 011	58
Figura 51 - Fissuras sala 109	59
Figura 52 - Fissuras sala 106	59
Figura 53 - Mancha sala 110	60
Figura 54 - Manchas sala 011	61
Figura 55 - Fissuras externas	61
Figura 56 - Manchas sala 111	62
Figura 57 - Manchas sala 011	63
Figura 58 - Manchas sala 011	63
Figura 59 - Manchas externas sala 111	64
Figura 60 - Manchas externas sala 011	64
Figura 61 - Manchas sala 107	65
Figura 62 - Manchas sala 110	65

Figura 63 - Desagregação sala 106	66
Figura 64 - Desagregação sala 106	67
Figura 65 - Desagregação sala 106	67
Figura 66 - Desagregação sala 108	68
Figura 67 - Descascamentos sala 111	69
Figura 68 - Bolhas na pintura sala 111	69

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 Objetivos	11
1.1.1 Objetivo geral	11
1.1.2 Objetivos específicos	11
1.2 Justificativa	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1 Patologia das construções	13
2.1.1 Mecanismos de deterioração	14
2.1.2 Ciclo de vida das edificações	15
2.1.3 Vida útil, durabilidade e desempenho	18
2.2 Manifestações Patológicas	19
2.2.1 Fissuras	19
<u>2.2.1.1 Movimentações térmicas</u>	20
<u>2.2.1.2 Movimentações higroscópicas</u>	23
<u>2.2.1.3 Sobrecargas</u>	24
<u>2.2.1.4 Deformabilidade</u>	27
<u>2.2.1.5 Recalques</u>	27
<u>2.2.1.6 Retração</u>	29
2.2.2 Manchas	31
2.2.3 Destacamentos, desagregação e descascamentos	33
2.2.4 Corrosão de armaduras	34
2.3 Correções para manifestações patológicas	35
3 METODOLOGIA	38
3.1 Caracterização da pesquisa	38
3.2 Procedimentos utilizados	39
4 ESTUDO DE CASO	40
4.1 Resultados e discussões	41
4.1.1 Fissuras junto a aberturas	41
4.1.2 Fissuras em 45° nas paredes	43
4.1.3 Fissuras entre elementos	47
4.1.4 Fissuras mapeadas	50
4.1.5 Fissuras verticais	53
4.1.6 Fissuras horizontais	56
4.1.7 Manchas	60
4.1.8 Desagregação e descascamentos	66
4.1.9 Análises dos resultados	70

5 CONCLUSÃO	
REFERÊNCIAS	

76
78

1 INTRODUÇÃO

A percepção de que as construções envelhecem com o tempo e se tornam mais propensas ao desenvolvimento de defeitos foi composta no passar dos anos. Frente ao crescimento de deteriorações precoces e observando as novas necessidades competitivas e de sustentabilidade na área da construção civil, os fatores relacionados à durabilidade passaram a receber mais atenção (BOLINA; TUTIKIAN; HELENE, 2019).

Medeiros, Andrade e Helene (2011) apontam que nas últimas duas décadas houve um foco na divulgação de documentos para defender os conceitos de durabilidade e vida útil das estruturas de concreto. No Brasil, segundo Bolina, Tutikian e Helene (2019), apenas em 2003 se regulamentou também a durabilidade como um dos objetivos de projetos estruturais, através da definição de classes de agressividade ambiental na atualização da NBR 6118.

Por outro lado, sendo os custos um fator relevante na construção civil, a busca por reduzir recursos e tempo podem gerar erros que posteriormente prejudiquem o desempenho e a durabilidade. E dessa forma, o intuito inicial de economia não se estabelece pois se faz necessário a aplicação de reparos (BERTI; JÚNIOR; AKASAKI, 2019).

Para Bolina, Tutikian e Helene (2019), a escolha incorreta de materiais, falta de qualidade na execução e ignorar intervenções preventivas durante o uso são fatores que podem originar o desenvolvimento de manifestações patológicas, essas que impactam no desempenho da edificação e, portanto, também na durabilidade.

O estudo das manifestações patológicas, ou seja, dos sintomas, busca definir a origem, a causa, o mecanismo de deterioração, estimar as consequências de seu avanço para, dessa forma, definir a melhor opção de tratamento para recuperar a funcionalidade da edificação (SENA; NASCIMENTO; NETO, 2020).

Frente a esses entendimentos, o presente estudo visa, através do estudo de caso em uma edificação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) *Campus Pato Branco*, analisar a presença de manifestações patológicas durante o uso da edificação, investigando as possíveis origens e mecanismos de ocorrência.

Para o desenvolvimento desse trabalho utilizou-se de um capítulo que contempla a revisão bibliográfica, o capítulo dois, sobre a área da patologia das construções, abordando as principais manifestações que ocorrem e suas possíveis origens. No terceiro capítulo é descrita a metodologia aplicada para o desenvolvimento dessa pesquisa. Em seguida, no capítulo quatro é detalhado o estudo de caso, junto aos resultados e discussões. Finalizando com o quinto capítulo que apresenta as conclusões desse estudo.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Identificar as principais manifestações patológicas que se apresentam em uma edificação que compõe a UTFPR *Campus* Pato Branco, indicando as possíveis causas e medidas de reparo.

1.1.2 Objetivos específicos

- Descrever os principais problemas patológicos vistos na construção civil;
- Realizar a vistoria na edificação escolhida para identificar as manifestações patológicas existentes;
- Apresentar as manifestações patológicas observadas;
- Indicar as possíveis causas e serviços de correção recomendados.

1.2 Justificativa

Com o entendimento de que os processos construtivos para novas edificações precisavam passar por melhorias, principalmente frente a ocorrência de deteriorações precoces, o conceito de durabilidade das estruturas e seus materiais ganham espaço. O desenvolvimento de problemas patológicos reflete no

desempenho dos componentes da edificação, que está ligado à redução da vida útil (BOLINA; TUTIKIAN; HELENE, 2019; POSSAN; DEMOLINER, 2013; TAGUCHI, 2010).

A alternativa de tratamento para essas ocorrências se associa a diversos fatores como estética, segurança, funcionalidade, mão de obra e materiais disponíveis. Dependendo do problema patológico, em que local ocorre e qual sua extensão é indicada a intervenção mais adequada (BERTI; JÚNIOR; AKASAKI, 2019).

Sendo assim, a importância do estudo das manifestações patológicas se apresenta em identificar fatores que afetam o funcionamento e imprimem riscos a uma edificação, e principalmente em fornecer informações para a formulação de uma solução adequada, visto que um reparo incorreto pode ocasionar gastos desnecessários ou mesmo comprometer a segurança da edificação (BERTI; JÚNIOR; AKASAKI, 2019).

A contribuição de uma pesquisa de estudo de caso está em ser um estudo de forma profunda permitindo um conhecimento detalhado, onde se investiga um fenômeno dentro do seu contexto real (GIL, 2022). Esse estudo se justifica pela sua realização em um espaço de interesse público com elevado fluxo de usuários e onde os recursos precisam ser bem aplicados e planejados. As poucas pesquisas investigando as manifestações patológicas nessa universidade trazem originalidade para esse trabalho científico e prático.

A partir do levantamento das manifestações patológicas pode-se identificar os fenômenos de deterioração e indicar suas possíveis causas, para atenuar problemas que acometem as edificações, tendo importância na busca por alternativas de intervenções adequadas. A coleta de dados foi realizada *in loco*, de forma visual, tornando sua execução viável.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Patologia das construções

De acordo com Bolina, Tutikian e Helene (2019, p. 5) a patologia é uma ciência que estuda o "desvio daquilo que é admitido como a condição normal ou esperada de algo, ou seja, uma anormalidade, que conflita com a integridade ou o comportamento habitual do elemento".

Segundo esses autores, no campo da construção civil essa ciência trata dos defeitos que acometem as edificações e seus materiais construtivos, buscando identificar origens e entender os mecanismos de degradação, o avanço e as formas de manifestação do processo patológico, além das atividades para remediá-los.

As anomalias vistas na superfície dos elementos são denominadas manifestações patológicas e indicam a existência de um problema, elas são um sintoma. Como exemplos tem-se "fissuras, manchamentos de superfície, mudança de coloração, desintegração, deformações e flechas excessivas, quebras, escorrimentos ou deslocamentos" (BOLINA; TUTIKIAN; HELENE, 2019, p. 6), enquanto Berti, Júnior e Akasaki (2019) citam como exemplos mais comuns de manifestações patológicas em edificação as trincas, fissuras, infiltrações e danos causados por umidade excessiva.

Pela análise de cada sintoma, através das características de manifestação, ou seja, como os defeitos se apresentam visualmente, busca-se determinar qual é a provável anomalia atuante. Essa etapa de estudo é denominada de sintomatologia (BOLINA; TUTIKIAN; HELENE, 2019).

Em seguida, investiga-se qual mecanismo desencadeou o problema, partindo do entendimento das fontes que provocaram esse fenômeno. É válido citar que diferentes fontes podem resultar em um mesmo sintoma. Essa etapa é a do diagnóstico, que possui objetivo de coletar dados para determinar um tratamento correto dos elementos afetados (BOLINA; TUTIKIAN; HELENE, 2019). De acordo com Berti, Júnior, Akasaki (2019), um diagnóstico ideal é formado pela identificação da origem do problema, a etapa do erro e a extensão da anomalia.

Para Bolina, Tutikian e Helene (2019), o ponto de partida para o diagnóstico é a inspeção, que corresponde em uma visita à edificação onde é analisada visualmente a incidência de manifestações patológicas, observando também as circunstâncias que as envolvem e feito um levantamento de todas as informações que possam apoiar a explicação do problema.

Identificar o local, a magnitude e a frequência com que determinada manifestação patológica aparece, fornece meios para priorizar as manutenções e traçar a intervenção mais adequada para correção (BOLINA; TUTIKIAN; HELENE, 2019).

2.1.1 Mecanismos de deterioração

Segundo Bolina, Tutikian e Helene (2019), o mecanismo que provoca a deterioração do material corresponde ao processo que explica como a deterioração se desenvolveu e em quais circunstâncias. Entretanto, ainda não aponta o porquê da sua ocorrência, apenas como se deu sua evolução.

Os mecanismos químicos geram uma alteração de caráter químico no material e desencadeiam mudanças na aparência e no comportamento mecânico do elemento. São resultado da união entre um agente agressor do meio externo ou interno e os compostos do material. Um exemplo corriqueiro é a corrosão onde ocorre a dissolução do metal através de reações químicas. (BOLINA; TUTIKIAN; HELENE, 2019).

Esses autores ainda apresentam que quando a mudança das propriedades do material ocorre pela ação de macro ou microrganismos presentes no ambiente que envolve o elemento, o mecanismo é biológico. Nessa situação os organismos se fixam e proliferam na superfície do material e são fomentados pela umidade elevada e baixa isolamento. O crescimento de raízes e plantas em juntas e fissuras também são apontados como uma forma de biodeterioração que induz esforços mecânicos.

Além disso, esse processo aumenta a capacidade de retenção de umidade e os microrganismos contribuem para a formação de substâncias como ácidos. Estabelecendo condições para deteriorações secundárias, químicas e físicas e

contribui para o "envelhecimento precoce, alterações no aspecto da superfície e comprometimento da durabilidade e integridade do elemento" (BOLINA; TUTIKIAN; HELENE, 2019, p. 42).

Quanto aos mecanismos físicos, causam uma alteração volumétrica do material, através de dilatação térmica do material ou variação higroscópica, essa última, resultado de absorção e evaporação de água pelos poros da peça. Assim, frente ao calor ou umidade ocorre expansão e pelo frio ou secagem ocorre contração, com a repetição desses processos são criados ciclos de tensão que resultam em microfissuras na superfície do elemento. (BOLINA; TUTIKIAN; HELENE, 2019).

Esse mecanismo também é percebido na interface entre materiais distintos, que, portanto, possuem coeficientes de dilatação térmica diferentes, a alteração volumétrica cria tensões que geram fissuras ou perda de aderência entre as partes. São exemplos os revestimentos, cerâmicos ou argamassados, que como consequência ocorre um deslocamento (BOLINA; TUTIKIAN; HELENE, 2019).

Quando algum fator externo impõe esforços mecânicos sobre o elemento, o mecanismo de deterioração é mecânico. Para Bolina, Tutikian e Helene (2019), esse excesso de esforços podem vir de sobrecargas, choques ou alteração no uso da edificação, e quando superada a capacidade resistente do material geram trincas ou fissuras e colapso no caso de passar os coeficientes de segurança utilizados.

2.1.2 Ciclo de vida das edificações

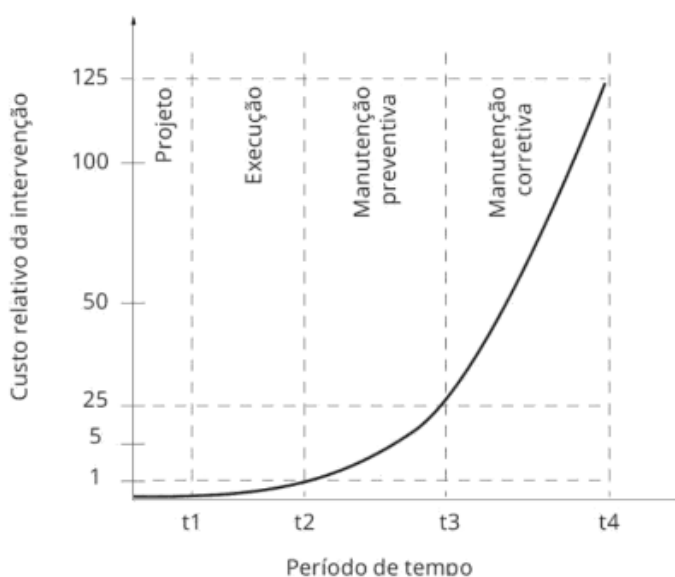
O aparecimento de uma manifestação patológica pode partir de diversos fatores. A origem se refere a etapa do ciclo de vida da edificação onde ocorreu uma falha que posteriormente originou um problema patológico, enquanto a causa é o possível fator que provoca a anomalia (BOLINA; TUTIKIAN; HELENE, 2019). De acordo com Souza e Ripper (1998), conhecer a origem é importante para determinar o reparo, mas também para proporcionar sua eficácia, de modo que a deterioração não retorne.

As etapas do processo construtivo envolvem as fases de projeto, planejamento, aquisição dos materiais, execução e uso da edificação. A fase de uso é a mais longa e envolve também ações de manutenção e consertos, ainda assim, a qualidade aplicada na etapa de produção reflete no desempenho durante toda a vida útil da edificação (BOLINA; TUTIKIAN; HELENE, 2019; BERTI; JÚNIOR; AKASAKI, 2019).

De acordo com Taguchi (2010), as manifestações patológicas possuem caráter evolutivo e costumam se agravar com o tempo, além de provocar outros problemas que se associam ao inicial. Assim, quanto mais cedo "for previsto determinado problema na edificação, mais durável, efetiva, fácil e econômica será a intervenção" (BOLINA; TUTIKIAN; HELENE, 2019, p. 54).

Nesse contexto, uma metodologia bastante citada nas bibliografias é a Lei dos Cinco ou Regra de Sitter de 1984, que indica que os custos de uma intervenção crescem, seguindo uma progressão geométrica de razão cinco, conforme mais tarde for a etapa em que é realizada, essa relação é ilustrada na Figura 1 (BERTI; JÚNIOR; AKASAKI, 2019; BOLINA; TUTIKIAN; HELENE, 2019; TAGUCHI, 2010). Sendo assim, para Taguchi (2010, p.17) "adiar uma intervenção significa aumentar os custos".

Figura 1 - Lei de Sitter



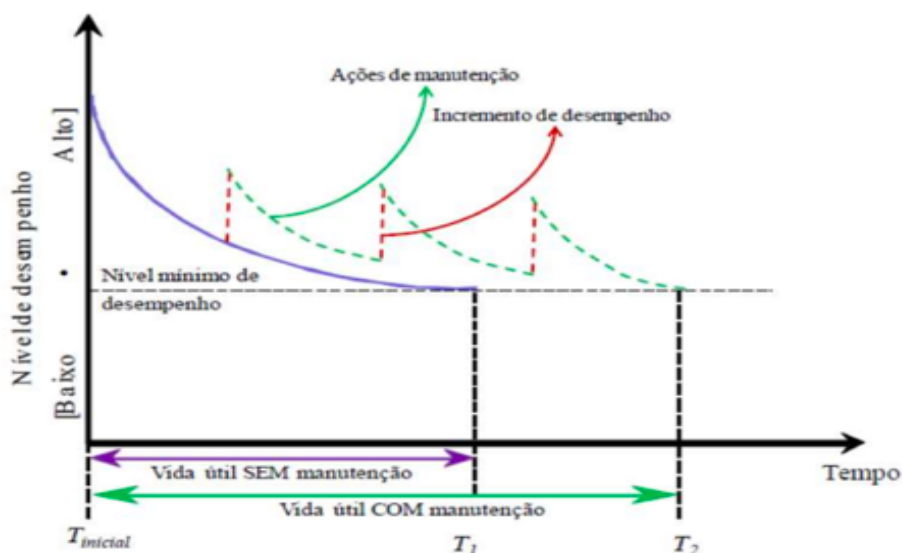
Fonte: Bolina, Tutikian, Helene (2019, p. 54).

A situação mais positiva é que o problema seja solucionado na fase de projeto, onde é possível optar por medidas em prol da proteção e durabilidade (TAGUCHI, 2010).

As manifestações patológicas que têm origem na fase de ocupação ocorrem devido a utilização incorreta ou ausência de manutenção (BERTI; JÚNIOR; AKASAKI, 2019). As manutenções são essenciais para a construção alcançar a vida útil designada, assim perdas de desempenho são evitadas e corrigidas (BOLINA; TUTIKIAN; HELENE, 2019). A atividade de manutenção corresponde a um acompanhamento onde se percebe a necessidade de corrigir ou substituir algum elemento para manter os requisitos satisfatórios ao usuário.

Na Figura 2, pode-se verificar a influência das ações de manutenção em uma edificação, as quais são necessárias para garantir ou prolongar a vida útil de projeto e a cada ação de manutenção corretamente elaborada uma recuperação do desempenho perdido é aplicada ao sistema (POSSAN; DEMOLINER, 2013; BOLINA; TUTIKIAN; HELENE, 2019).

Figura 2 - Contribuição da manutenção no desempenho



Fonte: Possan e Demoliner (2013, p. 7).

Podem ser de forma preventiva, que são realizadas antes do surgimento de um problema, como a manutenção de peças ou sistemas no tempo indicado pelo fabricante, para preservar o desempenho, ou de forma corretiva, que é aplicada na

correção de um elemento ou sistema quando apresenta um problema ou a funcionalidade não é satisfatória, e possui um caráter mais imediato (BOLINA; TUTIKIAN; HELENE, 2019; BERTI; JÚNIOR; AKASAKI, 2019).

Pela Lei de Sitter, a manutenção preventiva apresenta um custo menor e também reprime os danos à estrutura. A corretiva, por sua vez, é mais cara quanto mais tardia for aplicada. Exemplos de processos periódicos que podem evitar problemas são limpeza e impermeabilização, renovação de pintura (BOLINA; TUTIKIAN; HELENE, 2019).

Dessa maneira, faz-se importante fornecer a devida atenção aos processos de manutenção, que traz o funcionamento adequado e evita problemas patológicos em uma edificação. Não direcionar verbas para essa atividade pode resultar em problemas de maior gravidade, implicando em gastos mais acentuados (FIORITI, 2016 *apud* BERTI; JÚNIOR; AKASAKI, 2019).

2.1.3 Vida útil, durabilidade e desempenho

O comportamento das edificações ao longo do tempo está associado aos conceitos de desempenho e durabilidade dos materiais e sistemas. As anomalias causam uma queda de desempenho e afetam a durabilidade, essa que é expressa pela vida útil e chega ao fim quando a edificação passa a não atender às funções que foram definidas no seu projeto (BOLINA; TUTIKIAN; HELENE, 2019, p. 23).

Possan e Demoliner (2013) apontam que por muitos anos as estruturas de concreto armado tiveram a resistência à compressão como principal característica controlada e única fonte segura das especificações de projeto. De acordo com Bolina, Tutikian e Helene (2019), observou-se que as anomalias tinham também como origem o ambiente que deteriorava os materiais e não apenas sobrecargas e erros de dimensionamento.

Nesse contexto, no início dos anos 80, surge a primeira norma que indica a "forte correlação entre o comportamento dos sistemas e a sua interação com o meio ambiente, o uso, a operação e a manutenção". A ISO 6241: *performance standards in building - principles for their preparation and factors to be considered*, que traz o

conceito de durabilidade para o cotidiano da construção civil internacional, rompendo com a ideia de que edificações eram eternas (BOLINA; TUTIKIAN; HELENE, 2019, p. 21).

Os problemas patológicos, a exposição ao ambiente, o envelhecimento natural e as atividades de manutenção influenciam no desempenho e consequentemente na vida útil (POSSAN; DEMOLINER, 2013; TAGUCHI, 2010).

As escolhas na construção, de forma ideal, devem considerar o custo de todo o ciclo de vida, analisando os benefícios econômicos que podem trazer com o tempo (POSSAN; DEMOLINER, 2013; MEDEIROS; ANDRADE; HELENE, 2011).

2.2 Manifestações Patológicas

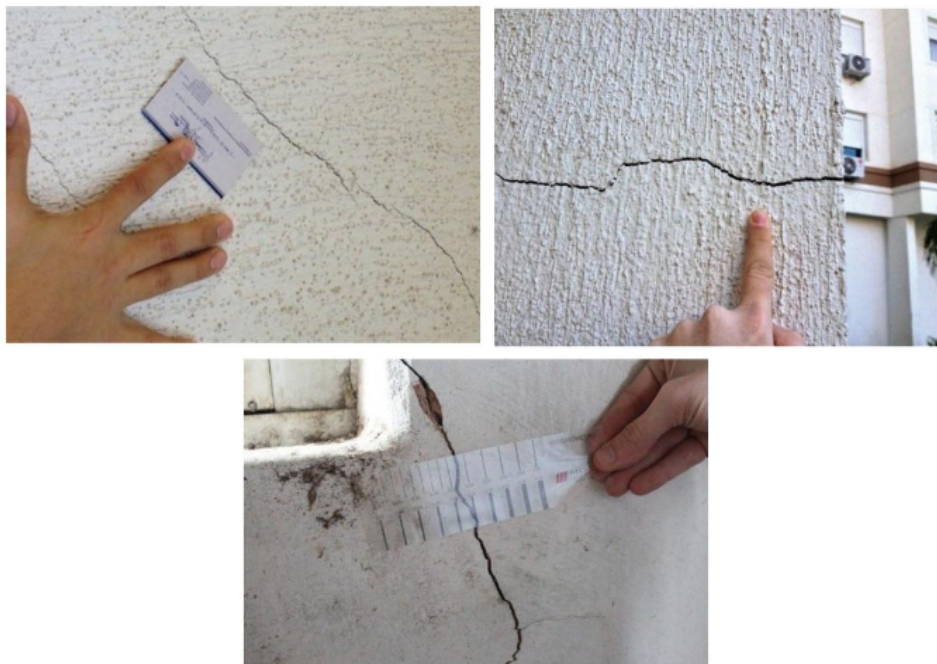
É válido pontuar que sistemas de vedação verticais são compostos pelas alvenarias e pelos revestimentos ou acabamentos, dessa maneira o aparecimento das manifestações patológicas que ocorrem em um elemento pode ser notado no outro. Em algumas situações pode-se relacionar problemas para entender como as anomalias se desenvolvem (SENA; NASCIMENTO; NETO, 2020).

Conforme Bauer (2019), além das questões estéticas, as manifestações patológicas interferem nas funções de proteção e isolamento. De forma geral, os agentes causadores costumam ser ações externas, sobrecargas, reações químicas com os materiais constituintes (BOLINA; TUTIKIAN; HELENE, 2019).

2.2.1 Fissuras

As fissuras são aberturas em formato de linha na superfície de um elemento sólido, resultado da ruptura em parte da sua massa. De forma mais detalhada as fissuras possuem espessura de até 0,5 mm, acima disso e até 1 mm são chamadas de trincas. Rachaduras e fendas são mais acentuadas, de 1 mm a 1,5 mm e superiores a 1,5 mm, respectivamente (VITÓRIO, 2003). A Figura 3 mostra o aspecto de fissura, trinca e rachadura.

Figura 3 - Fissuras, trincas e rachaduras



Fonte: Bolina, Tutikian, Helene (2019, p. 32).

De forma geral, Sena, Nascimento e Neto (2020), separam as fissuras nos revestimentos argamassados em formas mapeadas e formas geométricas. Na primeira as fissuras possuem formatos aleatórios enquanto a segunda possui uma forma mais definida como o contorno dos componentes da sua base e geralmente coincidem com uma fissura na base.

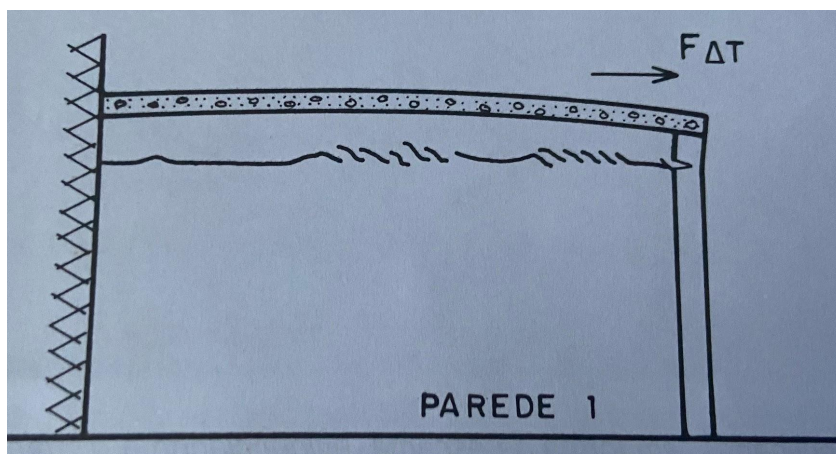
Entretanto, o seu aparecimento pode se manifestar de diversas formas, Thomaz (1949) aborda essas configurações indicando os possíveis mecanismos de formação de fissuras, nesse estudo serão descritos quanto às movimentações térmicas, movimentações higroscópicas, sobrecargas verticais, deformabilidade, recalques e retração.

2.2.1.1 Movimentações térmicas

Para Thomaz (1949), essas movimentações podem ocorrer através da dilatação das lajes, que gera tensões de tração e cisalhamento nas paredes da edificação, resultando em uma configuração semelhante às Figuras 4 e 5. A

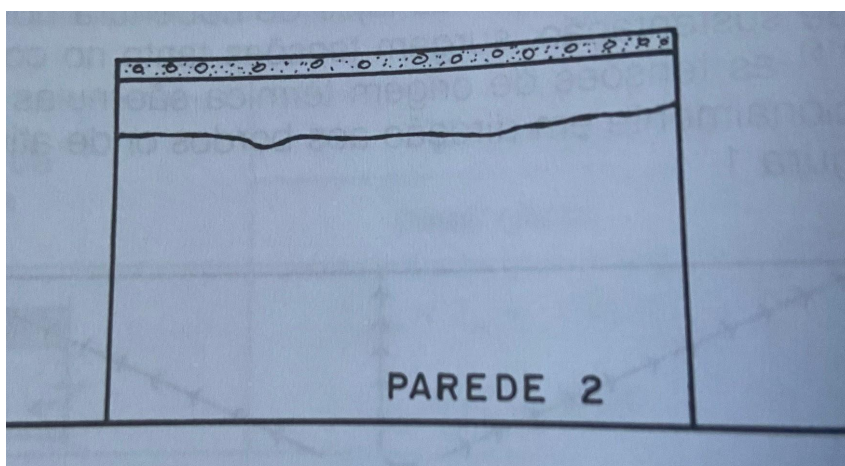
movimentação térmica da estrutura pode ainda causar destacamentos entre as alvenarias e a estrutura, e fissuras de cisalhamento nas extremidades das alvenarias (Figura 6).

Figura 4 - Fissuras de movimentação térmica

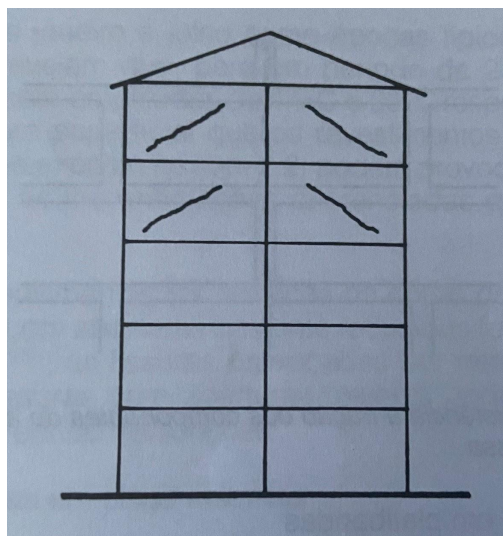


Fonte: Thomaz (1949).

Figura 5 - Fissuras de movimentação térmica

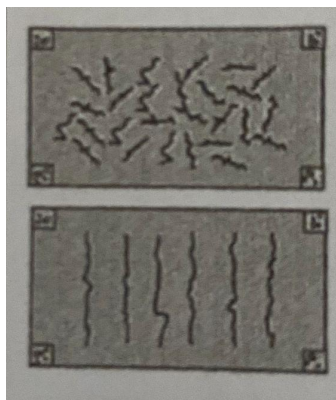


Fonte: Thomaz (1949).

Figura 6 - Fissuras de cisalhamento nas alvenarias

Fonte: Thomaz (1949).

Conforme Sena, Nascimento e Neto (2020), no corpo das lajes também podem surgir fissuras devido à dilatação térmica, que se apresentam como na Figura 7.

Figura 7 - Fissuras em laje

Fonte: Sena, Nascimento e Neto (2020, p. 110).

Nos revestimentos de argamassa as fissuras podem ocorrer pelas movimentações diferenciadas entre esses e a base, decorrentes da amplitude na temperatura do ar ou de insolação direta. Costumam ser regularmente distribuídas e ter aberturas bastante reduzidas, assemelhando-se às de retração por secagem, mas também podem ocorrer nos encontros entre paredes e demais junções. O aparecimento dessas fissuras depende principalmente do módulo de deformação da

argamassa, sendo ideal que a capacidade de deformação do revestimento seja maior que a da parede (SENA; NASCIMENTO; NETO, 2020; THOMAZ, 1949).

2.2.1.2 Movimentações higroscópicas

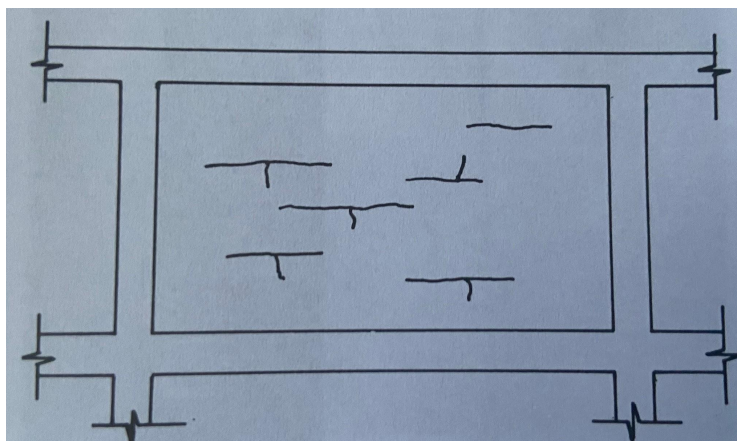
Muitos materiais de construção são porosos, assim, frente a umidade eles respondem expandindo, com o aumento do teor de umidade, e contraindo quando da diminuição. Essas variações dimensionais dos materiais são chamadas de mudanças higroscópicas, que podem ocasionar fissuras (THOMAZ, 1949).

A sequência de umedecimento e secagem, associada também às movimentações térmicas provocam ainda microfissuras na argamassa, essas, por sua vez, favorecem a entrada de água acentuando ainda mais a movimentação e desencadeando outras fissuras (THOMAZ, 1949).

Esse autor ainda indica que algumas fontes de umidade são a água nos materiais (posterior evaporação leva a contrair), do clima (ar, chuva, condensação) e do solo (capilaridade). Dessa maneira, as faces voltadas para o exterior ficam sujeitas a absorver consideráveis quantidades de água da chuva durante toda sua utilização. Alguns detalhes arquitetônicos nas fachadas buscam interromper fluxos de água na parede, mas caso não sejam bem projetados e executados podem surgir problemas localizados.

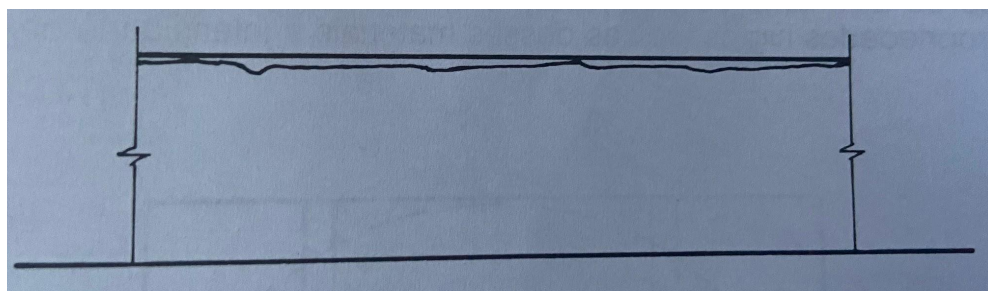
Para Thomaz (1949), a forma como essas fissuras se manifestam é muito semelhante àquelas de variação térmica, mas também podem se apresentar como nas Figuras 8 e 9, que representam a compressão do painel derivado da expansão de tijolos cerâmicos e a movimentação diferenciada entre a argamassa do topo da parede para a do corpo, situação comum no topo de peitoris e platibandas pela absorção da água.

Figura 8 - Fissuras pela expansão de tijolos



Fonte: Thomaz (1949).

Figura 9 - Fissuras pela absorção da umidade no topo da parede

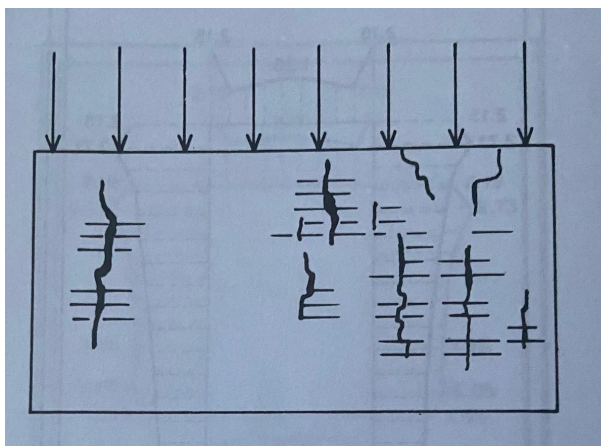


Fonte: Thomaz (1949).

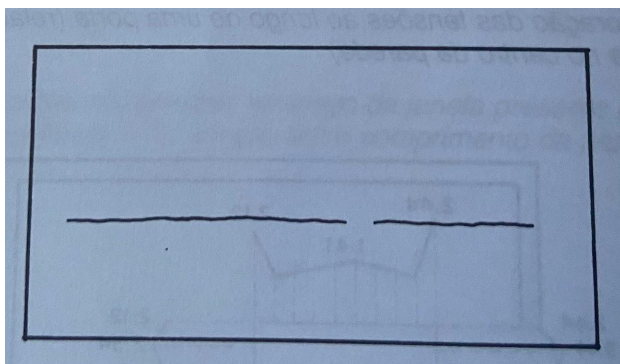
2.2.1.3 Sobrecargas

A ocorrência de sobrecargas pode resultar do cálculo estrutural, de uma falha na execução ou de solicitações não previstas. As fissuras costumam aparecer também em elementos sem função estrutural, surgindo pela deformação da estrutura da edificação ou seu mau uso (THOMAZ, 1949).

Segundo esse autor, nas paredes as fissuras podem ser verticais, derivadas da deformação da argamassa frente a compressão ou da flexão local dos componentes da alvenaria, ou na forma horizontal, resultado da compressão dos componentes de alvenaria e argamassa ou por solicitações de flexocompressão da parede. Esses dois formatos são ilustrados nas Figuras 10 e 11, respectivamente.

Figura 10 - Fissuras verticais por sobrecarga

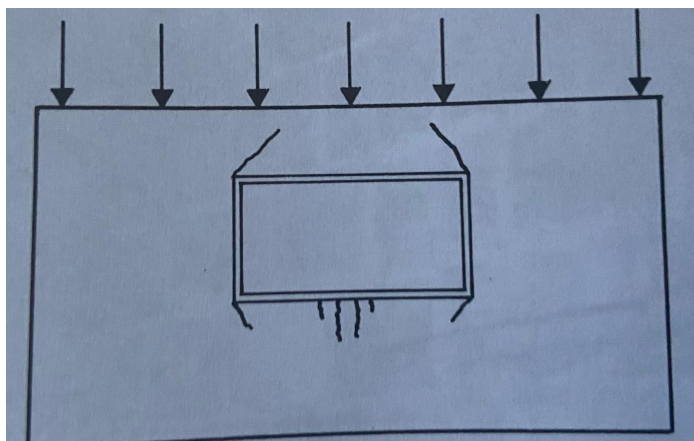
Fonte: Thomaz (1949).

Figura 11 - Fissura horizontal por sobrecarga

Fonte: Thomaz (1949).

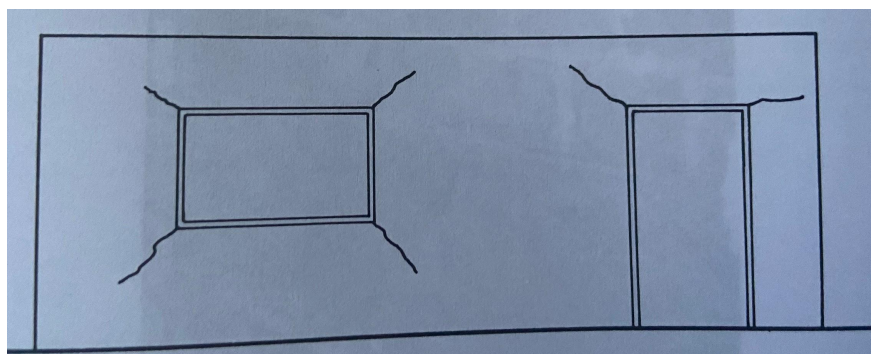
Nas alvenarias com presença de aberturas de portas e janelas ocorrem concentração de tensões nos cantos devido a perturbação no andamento das isostáticas, as fissuras costumam aparecer partindo dos vértices e sob o peitoril (Figuras 12 e 13), entretanto podem se manifestar em diversas configurações devido a fatores como dimensões do painel e das aberturas, posicionamento, dimensões e rigidez de vergas e contravergas (THOMAZ, 1949). Já Vitório (2003) cita que a configuração da Figura 14, também pode representar a ineficiência de vergas e contra vergas.

Figura 12 - Fissuras no entorno de aberturas



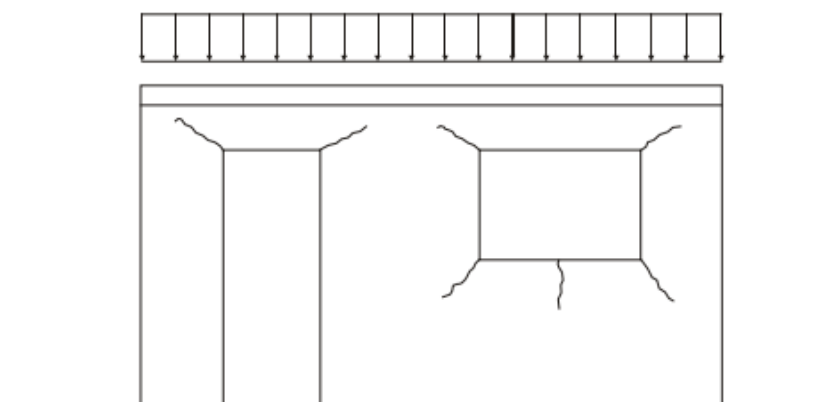
Fonte: Thomaz (1949).

Figura 13 - Fissuras no entorno de aberturas



Fonte: Thomaz (1949).

Figura 14 - Fissuras no entorno de aberturas



Fonte: Vitório (2003, p. 49).

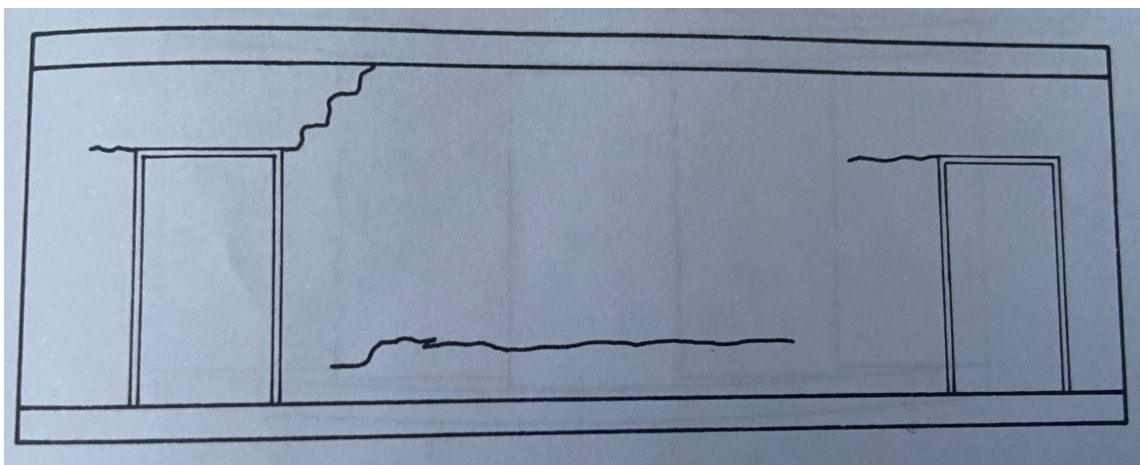
Por fim, nos pilares as fissuras verticais podem ocorrer aproximadamente no terço médio das suas alturas, que indicam sub dimensionamento de estribos (THOMAZ, 1949).

2.2.1.4 Deformabilidade

Pela deformabilidade os problemas decorrem principalmente de elementos fletidos, sendo as vigas e lajes sujeitas a deformação frente ao seu peso próprio, demais cargas, efeitos de retração e deformação lenta do concreto. Essas flechas podem não ter efeitos nos componentes estruturais, entretanto, a capacidade de deformação das paredes pode não acompanhar, resultando em fissuras (THOMAZ, 1949).

Na situação das alvenarias com presença de aberturas, conforme aponta esse autor, a configuração das fissuras pode variar dependendo da extensão da parede e das aberturas, de sua posição e da intensidade da movimentação, mas em geral se comportam como o indicado na Figura 15.

Figura 15 - Fissuras por deformação da estrutura



Fonte: Thomaz (1949).

2.2.1.5 Recalques

A formação de fissuras pode também estar relacionada com a deformação do solo, que é composto por partículas sólidas, água, ar e geralmente material

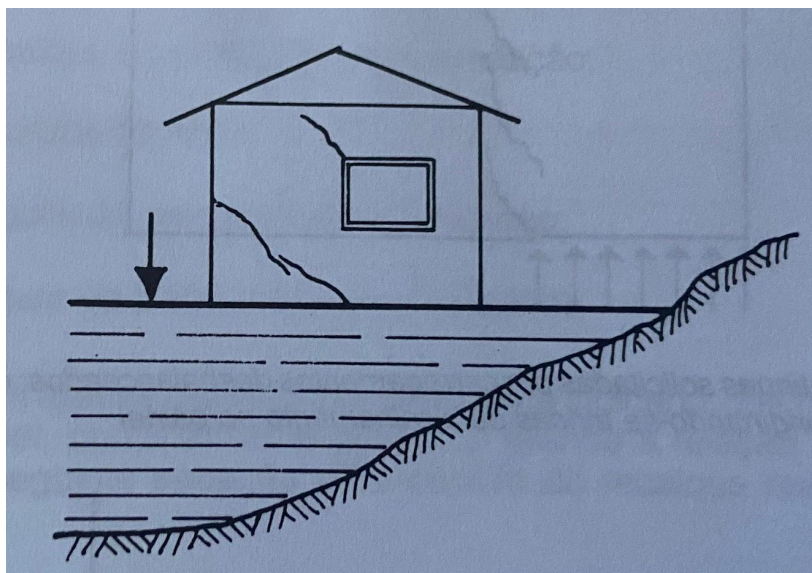
orgânico e sob a ação de cargas externas apresenta alguma deformação. Se as deformações forem “diferenciadas ao longo do plano das fundações de uma obra, tensões de grande intensidade serão introduzidas na estrutura da mesma, podendo gerar o aparecimento de trincas” (THOMAZ, 1949, p. 83).

Thomaz (1949) indica que as fissuras, no geral, são inclinadas e podem se confundir pelas oriundas da deflexão de componentes estruturais, entretanto, costumam apresentar aberturas maiores e deitar-se em direção ao local de maior recalque.

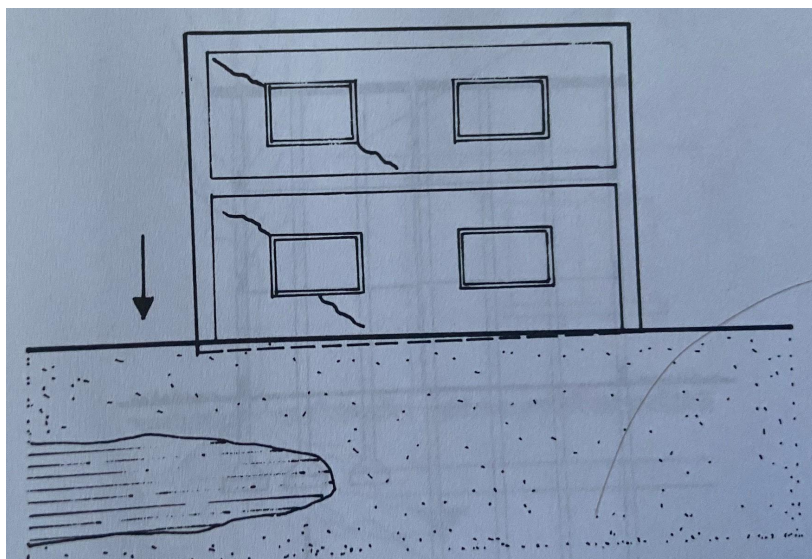
Diversas situações de movimentação do solo podem desencadear recalques, mas as fissuras costumam se apresentar como nas Figuras 16, 17 e 18 (THOMAZ, 1949).

É válido citar que assim como as demais fissuras, a configuração dessa varia de acordo com a “geometria das edificações e/ou do componente, tamanho e localização de aberturas, grau de enrijecimento da construção (cintamentos, vergas e contra vergas)” (THOMAZ, 1949, p. 98).

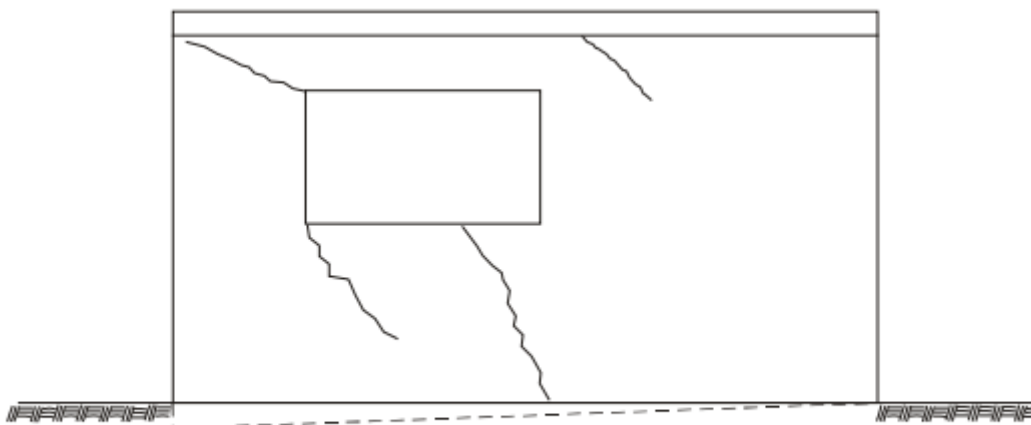
Figura 16 – Fissuras por recalque diferencial



Fonte: Thomaz (1949).

Figura 17 – Fissuras por recalque diferencial

Fonte: Thomaz (1949).

Figura 18 - Fissuras por recalque diferencial

Fonte: Vitório (2003, p. 48).

2.2.1.6 Retração

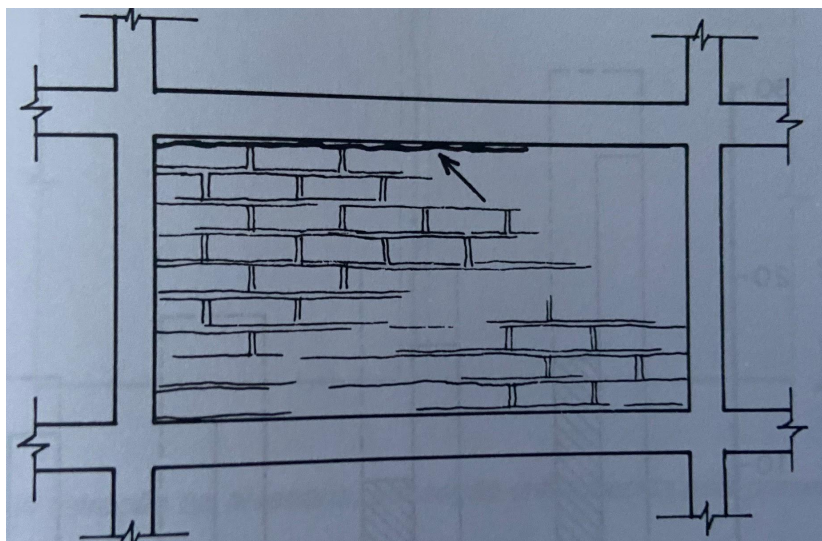
Esse fenômeno compreende a redução de volume. A retração nas paredes e a retração desigual entre componentes de alvenaria e argamassa de assentamento podem provocar fissuras e destacamentos que se assemelham às que ocorrem por variações de temperatura e umidade (THOMAZ, 1949).

E está relacionada com a irregularidade da proporção dos componentes da argamassa (cimento, areia, cal hidratada e água), a execução inadequada dos serviços. Thomaz (1949) ainda aponta que o fator de maior influência é a relação água/cimento. O excesso de água nos preparos de concretos e argamassas, em busca de trabalhabilidade, acentuam a retração.

Nas alvenarias pode ocorrer o destacamento na interface com componentes estruturais, entre paredes, além de formação de fissuras no próprio corpo da parede. Nas argamassas de revestimento ocorre uma distribuição uniforme, as linhas mapeadas se encontram em ângulos próximos a 90° e sua formação é influenciada também por fatores como aderência com a base, número, espessura e tempo entre as camadas, perda de água no endurecimento (THOMAZ, 1949).

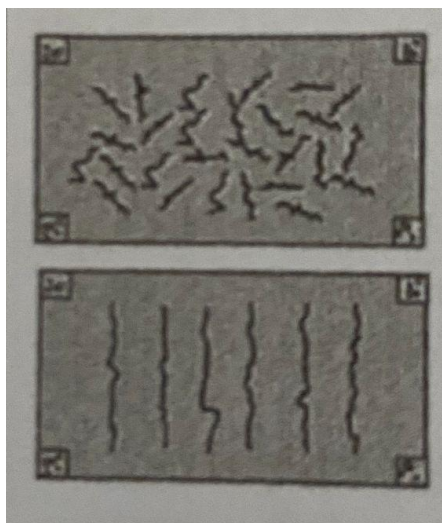
Na argamassa de assentamento a retração causa o abatimento da alvenaria recém executada, nesse sentido se o encunhamento for executado cedo pode resultar no destacamento entre a alvenaria e o componente superior, conforme apontado na Figura 19 (THOMAZ, 1949).

Figura 19 - Fissura por encunhamento precoce



Fonte: Thomaz (1949).

Podem também se apresentar em lajes de concreto armado conforme a Figura 20, podendo estar relacionada também com cura insuficiente (SENA; NASCIMENTO; NETO, 2020).

Figura 20 - Fissuras em laje

Fonte: Sena, Nascimento e Neto (2020, p. 110).

2.2.2 Manchas

As alterações de cor podem se manifestar devido ao umedecimento da área, surgimento de microrganismos ou por produtos de corrosão transportados por água. De início a formação de manchas na superfície afeta apenas a qualidade visual, entretanto com o tempo e a presença de água pode facilitar outras manifestações patológicas, pois penetra pela porosidade e falhas, e afetar as propriedades do revestimento (SANTOS, 2017).

Bauer (2019) e Sena, Nascimento e Neto (2020), apontam que os revestimentos estão frequentemente sujeitos à ação da umidade e de microrganismo, os quais provocam o surgimento de algas e mofo, e o consequente aparecimento de manchas pretas ou verdes. As manchas marrons, geralmente, ocorrem em razão da ferrugem e os manchamentos brancos pela eflorescência. As sujidades e escurimentos inicialmente podem afetar apenas a estética e com o tempo contar com a colonização biológica que mantém o local úmido podendo contribuir para o avanço de outras anomalias.

Nas alvenarias as manchas e bolores são os problemas mais comuns, principalmente nas bases das paredes, devido a umidade ascendente do solo e falhas na impermeabilização das vigas baldrame. Essa umidade pode gerar

também eflorescências pela presença de sais nessa água que vem do solo (SENA; NASCIMENTO; NETO, 2020).

Nos revestimentos as manchas podem derivar de umidade, deposição de sujeira, chuva e radiação ou colonização biológica. Outra mancha bastante observada é chamada de fantôme, onde ocorre diferença de tonalidade entre regiões de elemento estrutural e de vedação, que ocorre pela diferente absorção capilar dos materiais e a deposição de partículas (SENA; NASCIMENTO; NETO, 2020).

Ainda segundo esses autores, em estruturas de concreto essas deteriorações são mais frequentes com a permeabilidade e fissuras e dependem de temperatura, pH e umidade. E a combinação de organismos e umidade pode levar ao crescimento de vegetações em fissuras e juntas, gerando uma degradação mecânica.

As manchas por eflorescência aparecem tanto nas alvenarias e revestimentos como em concretos. Esse fenômeno corresponde a manchas brancas pelo depósito de sais solúveis nas superfícies, sua ocorrência depende do teor de sais nesses materiais (blocos, argamassas, concreto), presença de água para dissolvê-los e pressão ou evaporação para levar a superfície (SENA; NASCIMENTO; NETO, 2020; BAUER, 2019; VITÓRIO, 2003).

De maneira geral a presença de umidade possui muitas fontes como infiltrações, solo, chuva, condensação, vazamentos, uso constante em determinado local e baixa ventilação e radiação (BAUER, 2019; SENA; NASCIMENTO; NETO, 2020). Vitório (2003) ainda cita que também há influência de detalhes arquitetônicos e construtivos de fachadas e coberturas como pingadeiras, platibandas, esquadrias, da orientação das fachadas entre outros. E, para Santos (2017) a evolução das manchas está associada à manutenção ineficiente.

2.2.3 Destacamentos, desagregação e descascamentos

Segundo Bauer (2019), nos revestimentos os destacamentos acontecem pela separação de camadas que pode ser na forma de empolamento, em placas ou em pulverulência.

Por empolamento ocorre quando a cal não hidratada que está na argamassa aumenta de volume, formando bolhas e o reboco se destaca. Em argamassas mais rígidas essa expansão leva a desagregação da argamassa (BAUER, 2019).

No descolamento em placas ocorre a ruptura na ligação entre as camadas de revestimento e a base. Essa situação geralmente é causada por erros que prejudicam a aderência das camadas à base, como um chapisco inadequado ou espessuras elevadas, que criam tensões elevadas pela sua retração natural. Também apontam que pode estar associado pela movimentação do revestimento que gera tensões que superam a aderência. O ponto onde se inicia o descolamento passa a ser um local para a dissipação de tensões, causando sua ampliação. Portanto, é essencial uma boa preparação da base para garantir a ligação mecânica. SENA; NASCIMENTO; NETO, 2020; BAUER, 2019; VITÓRIO, 2003).

Enquanto os descolamentos com pulverulência se apresentam pelo esfarelamento da argamassa frente à alguma pressão. Está relacionada com a aplicação de pintura com antecedência, perda da água de amassamento para a base ou pelo uso de argamassa que passou por um repouso inadequado. Essa perda de partículas da argamassa afeta sua capacidade resistente (SENA; NASCIMENTO; NETO, 2020).

Sendo assim, os principais motivos estão na fabricação inadequada da argamassa com elevada rigidez, excesso de finos no agregado, pouco aglomerante ou hidratação incorreta, e fatores como a limpeza e preparo da base, sarrafeamento, desempenho e fatores climáticos (BAUER, 2019; SENA; NASCIMENTO; NETO, 2020).

No concreto a desagregação corresponde à separação de partes que podem ser desenvolvidas pelo aumento do volume do concreto devido a absorção de água ou pela expansão das armaduras, além de movimentações da estrutura e choques (VITÓRIO, 2003).

Quanto à pintura, pode manifestar bolhas e descascamentos que podem ser resultado da exposição à umidade, preparação inadequada da superfície, baixa qualidade do material ou escolha errônea. A primeira ocorre com a perda localizada de adesão e a segunda corresponde ao destacamento da película de tinta (BAUER, 2019; GIORDANI, 2016; VITÓRIO, 2003).

Bauer (2019) ainda aponta que uma das funções da pintura é proteger o substrato das intempéries e sua degradação por vezes pode estar apenas relacionada ao processo de envelhecimento.

2.2.4 Corrosão de armaduras

De acordo com Bauer (2019), na associação do aço e concreto, o revestimento proporciona uma proteção física no aço e uma proteção química pelo seu pH, o aço é protegido por uma camada insolúvel chamada de camada de passivação, o processo de corrosão das armaduras inicia caso essa camada se rompa. A corrosão tem caráter eletroquímico e para que ocorram são necessários:

“Eletrólito, que irá conduzir os íons, gerando uma corrente de natureza iônica e dissolvendo o oxigênio. O eletrólito, no concreto, é constituído, pela solução presente nos poros do concreto.

Diferença de potencial entre dois pontos quaisquer da armadura, seja pela diferença de umidade, aeração, concentração salina, tensão no concreto e/ou no aço, impurezas no metal, heterogeneidades inerentes ao concreto, pela carbonatação ou pela presença de íons. Formam-se, assim, duas regiões distintas, uma região catódica e outra anódica. Qualquer diferença de potencial entre as zonas anódicas e catódicas acarreta o surgimento de corrente elétrica. Dependendo da magnitude dessa corrente e do acesso de oxigênio, poderá ou não ocorrer corrosão.

Oxigênio, que, dissolvido na água presente nos poros do concreto, regulará todas as reações de corrosão.” (BAUER, 2019, p. 488).

Os produtos da corrosão geram um aumento de volume e a força dessa expansão leva à fissuração do concreto. Essas fissuras, por sua vez, tendem a acelerar o processo corrosivo que também é favorecido pela porosidade do concreto

e deficiência no revestimento. A redução da aderência entre aço e concreto também é uma consequência (BAUER, 2019; VITÓRIO, 2003).

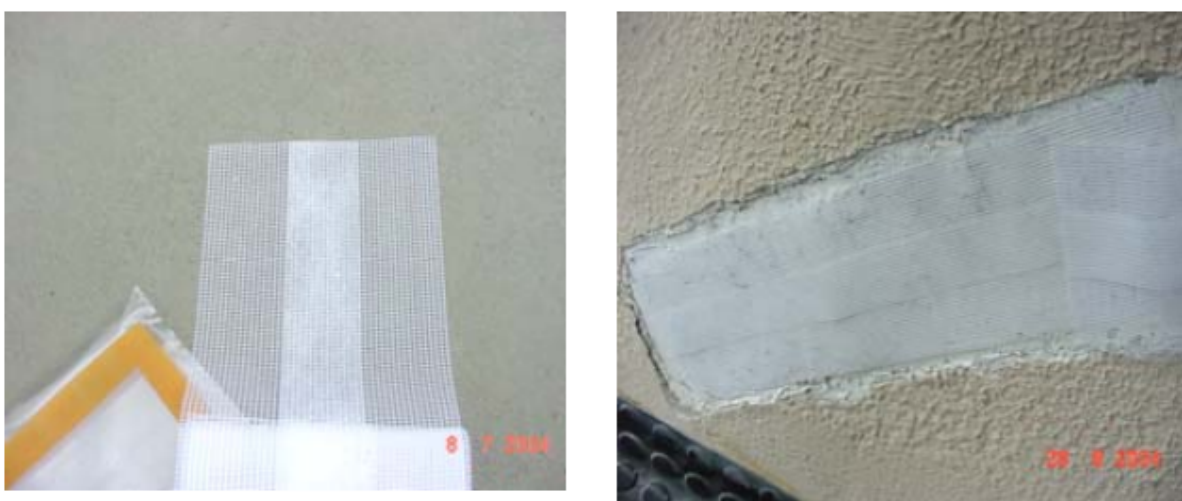
2.3 Correções para manifestações patológicas

De acordo com Sahade (2005) a correção de fissuras baseia-se em reforçar o local e evitar movimentações ou em aplicar materiais elásticos que permitam a movimentação, mas que protegem a manifestação no novo revestimento.

Dessa maneira, o procedimento começa pela execução de sulcos retangulares posicionados de maneira centralizada acompanhando a fissura, com objetivo de gerar espaço para acomodar o sistema de recuperação (SAHADE, 2005).

Segundo esse autor, em seguida recomenda-se aplicar uma camada de dessolidarização, que busca manter a fissura desconectada das novas camadas que serão aplicadas, dessa forma as tensões que se concentram na região são dissipadas sem afetar o novo revestimento. Alguns materiais sugeridos são fita crepe, fita de polipropileno e tela de poliéster com bandagem central, representada na Figura 21.

Figura 21 - Tela com bandagem



Fonte: Sahade (2005, p. 40).

Logo após, é executada a camada de recuperação que pode ser elástica ou rígida, permitindo ou restringindo o movimento da fissura. Sendo algumas opções os selantes e pinturas elásticas ou telas metálicas (Figura 22), argamassa armada (telas de aço, poliéster, polipropileno) e grauteamento (SAHADE, 2005).

Figura 22 - Tela metálica



Fonte: Sahade (2005, p. 41).

Por fim, é realizada uma camada de acabamento para compatibilizar essa região com o revestimento já existente ao seu entorno, além de proteger a camada de recuperação. Costumam ser utilizados o revestimento em massa ou um sistema de pintura (SAHADE, 2005).

Esse autor ainda aponta que para definir o sistema de recuperação aplicado é importante atentar para as características de compatibilidade com a edificação original, de forma estética e funcionamento, atender também às necessidades de durabilidade, estanqueidade e sendo possível a reversibilidade sem danificar os componentes originais.

Para Sena, Nascimento e Neto (2020) as fissuras em revestimentos, no geral, devem ser tratadas com selantes flexíveis, dessa forma as tensões não são direcionadas para outros pontos.

Em especial as fissuras relacionadas a umidade, Pereira (2011) ainda indica que a correção deve passar pela eliminação da fonte para em seguida remover e aplicar o novo revestimento.

Para a correção das manchas devido a presença de microrganismos é indicado realizar a limpeza utilizando escovação e hipoclorito de sódio ou renovar o acabamento nos casos mais avançados. Para as manchas pelo acúmulo de sujidades a limpeza pode ser realizada com detergente. Para além do tratamento se faz necessário identificar as fontes de umidade para bloqueá-las evitando uma nova ocorrência (PEREIRA, 2011; GIORDANI, 2016).

Quanto aos descascamentos da pintura, é indicado a remoção das partes soltas da pintura, aplicação do fundo preparador de base e nivelar a superfície caso necessário, para então executar uma nova pintura (GIORDANI, 2016).

Segundo Souza e Ripper (1998), nas estruturas de concreto que necessitem de um reparo superficial, como na camada de cobrimento, na reconstituição de quinas ou no enchimento de falhas, a intervenção pode ocorrer pela aplicação de uma argamassa.

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização da pesquisa

Uma pesquisa consiste em um procedimento racional e metódico que busca fornecer respostas a problemas através de procedimentos racionais e sistemáticos, utilizando conhecimentos disponíveis e métodos de investigação científica (GIL, 2022).

Esse estudo objetiva identificar as principais manifestações patológicas que se apresentam em um estudo de caso de uma edificação de atendimento ao público, observando como se apresentam e buscando possíveis causas e origens, sendo realizado pela coleta de dados em campo e norteado pela literatura do assunto.

Dessa forma, pode ser classificada como exploratória e explicativa. Para Gil (2022), a exploratória busca um maior entendimento do problema, para deixá-lo mais explícito e levantar hipóteses, tem interesse em observar os diversos aspectos que envolvem o fenômeno estudado. As pesquisas bibliográficas e estudos de caso são considerados estudos exploratórios. Já a pesquisa explicativa se ocupa em apontar os fatores que colaboram no desenvolvimento do fenômeno.

De acordo com os métodos empregados, ou seja, a obtenção dos dados e sua interpretação, esse trabalho apresenta traços qualitativos, pelo seu processo possuir ênfase na interpretação do fenômeno e na relação entre os dados, seguido da organização dessas informações em um esquema explicativo. Entretanto, utiliza de um tratamento quantitativo para expressar alguns resultados de quantidade e frequência (GIL, 2021).

Quanto aos procedimentos técnicos aqui aplicados, é classificada como pesquisa bibliográfica e estudo de caso. A primeira tem como base os materiais já publicados, como livros, teses e revistas científicas, sua principal vantagem está em permitir uma ampla cobertura dos fenômenos e para seu bom desenvolvimento é necessário analisar com cuidado cada informação. Enquanto o estudo de caso apresenta a característica de aprofundar em uma ou poucas situações de forma a conhecê-lo de forma detalhada.

3.2 Procedimentos utilizados

A realização desse trabalho partiu da busca por conhecimento teórico das características da área da patologia na construção civil, das manifestações patológicas, abordando as mais frequentes, como se expõem, as possíveis causas, sua relação com as fases da construção e as indicações de correção dos defeitos. Para tanto, foi realizada através da revisão de literatura por livros e artigos.

Para alcançar os objetivos, a segunda etapa aborda o estudo de caso. Lichtenstein (1986) propôs um método prático para a patologia que basicamente conta com três partes:

- Levantar subsídios - consiste em reunir informações que colaborem no entendimento do fenômeno e é realizada por uma vistoria ao local, histórico da edificação e ensaios complementares.
- Diagnóstico da situação - está em entender o fenômeno identificando as causas e efeitos característicos do problema.
- Definição de conduta - indicar os meios de como tratar o problema.

Seguindo essa abordagem, será realizada uma vistoria na edificação de estudo para identificar as manifestações patológicas que se apresentam, utilizando de análise visual, realizando registros fotográficos, anotações e medições necessárias. Nessa análise serão observadas as características que os elementos com anomalias apresentam, a extensão do problema e também o seu entorno verificando algum fator de influência.

Com esses dados coletados e utilizando da pesquisa bibliográfica para analisá-los, é possível indicar o diagnóstico apresentando as causas e mecanismos de ocorrência. Além de apontar alternativas para correção das manifestações patológicas encontradas. De forma geral, será possível também entender qual defeito se apresenta com mais frequência na edificação.

4 ESTUDO DE CASO

Esse estudo foi desenvolvido no *Campus* Pato Branco da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), essa instituição possui 30 anos de atuação e atualmente atende alunos de 13 cursos de nível superior.

O trabalho foi realizado na edificação denominada bloco N, que possui dois pavimentos e é composto por duas construções realizadas em 1993 e 2012. A localização da edificação em relação ao campus pode ser visualizada na Figura 23. Os ambientes analisados são utilizados como salas de aula e a coleta de dados ocorreu em abril de 2023.

Foi relatado que nenhuma intervenção foi realizada nesses ambientes nos anos de 2023 e 2022, e que as manutenções são realizadas de forma pontual conforme necessidade. A edificação N estudada já contou com uma nova pintura devido a goteiras e mofo, mas não foram fornecidas com exatidão em quais salas.

Figura 23 - Mapa do *Campus*



Fonte: Adaptado de Universidade Tecnológica Federal do Paraná (2021).

Foram levantadas as manifestações patológicas mais expressivas nos ambientes internos de oito salas de aula. A disposição dos ambientes segue o padrão onde a face de entrada possui também duas aberturas para janelas de menores dimensões voltadas para o corredor, a face oposta a essa possui duas janelas de maiores dimensões e fica exposta ao ambiente externo, outras duas faces correspondem ao quadro e aos fundos, onde essas duas variam entre alvenaria e drywall. A sala denominada 106 pertence à construção mais antiga e não possui as janelas menores, as demais estão na edificação mais recente. As salas 010 e 011 estão localizadas no pavimento térreo e as 106, 107, 108, 109, 110 e 111 no pavimento superior.

As manifestações patológicas predominantes foram as fissuras que apresentaram variadas configurações, seguida das manchas, enquanto a desagregação e descascamentos apareceram de maneira mais pontual. As anomalias identificadas são expostas a seguir.

4.1 Resultados e discussões

4.1.1 Fissuras junto a aberturas

Como apontando por Sena, Nascimento e Neto (2020), Thomaz (1949) e Vitória (2003), essas situações podem estar ligadas à ausência ou ineficiência de vergas e contravergas, pela atuação de sobrecarga vertical ou ainda deformação dos componentes estruturais e, as fissuras inclinadas, também podem provir da ocorrência de recalques diferenciais de fundação.

As fissuras partindo da porta, aproximadamente à meia altura no formato horizontal, são representadas pela Figura 24 que mostra esse aparecimento na sala 108 e também ocorreram nas salas 106, 107 e 011.

Figura 24 - Fissuras sala 108

Fonte: Autoria própria (2023).

Já as fissuras partindo das janelas menores, se apresentaram em 45° nas salas 107, 110 e 011 e de forma horizontal nas salas 010 e 011, sendo demonstradas pela Figura 25 da sala 011.

Figura 25 - Fissuras sala 011

Fonte: Autoria própria (2023).

Nessas situações, também abaixo das janelas menores, foram observadas fissuras verticais que serão detalhadas à frente, dessa maneira assemelham-se ao indicado por Thomaz (1949) pela atuação da compressão axial nas alvenarias, visto que em cantos de aberturas existe a concentração de tensões. Assim, podem estar relacionadas pela ineficiência de vergas e contravergas (SENA; NASCIMENTO; NETO, 2020; VITÓRIO, 2003).

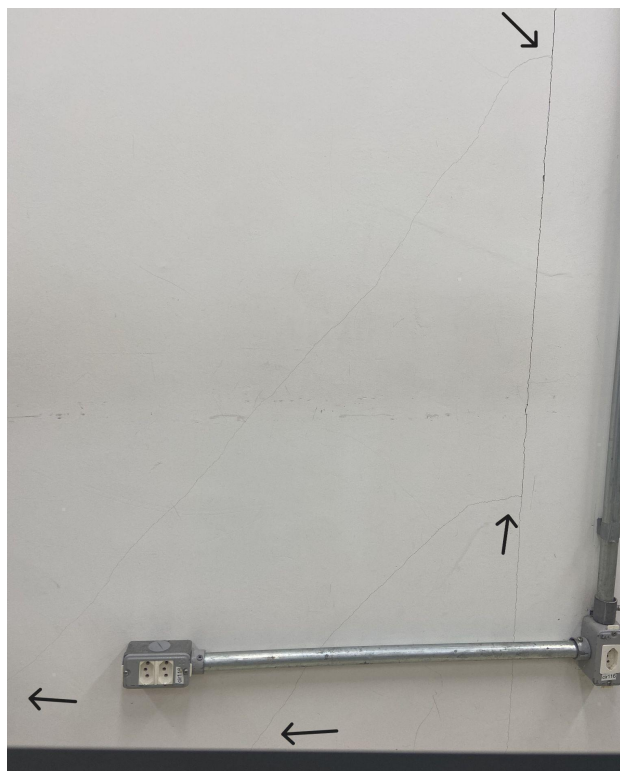
4.1.2 Fissuras em 45° nas paredes

As fissuras com configuração que seguem aproximadamente 45° observadas nas paredes totalizaram 57 ocorrências se apresentando nos 8 ambientes estudados.

Nesse contexto, um dos traçados observados foi o que liga o piso ao elemento estrutural pilar, representados nas Figuras 26 e 27. Manifestaram-se na

face do corredor nas salas 107, 108, 110, 010 e 011, enquanto na sala 109 e 110 estiveram abaixo das janelas maiores.

Figura 26 - Fissuras sala 108



Fonte: Autoria própria (2023).

Figura 27 - Fissura sala 110

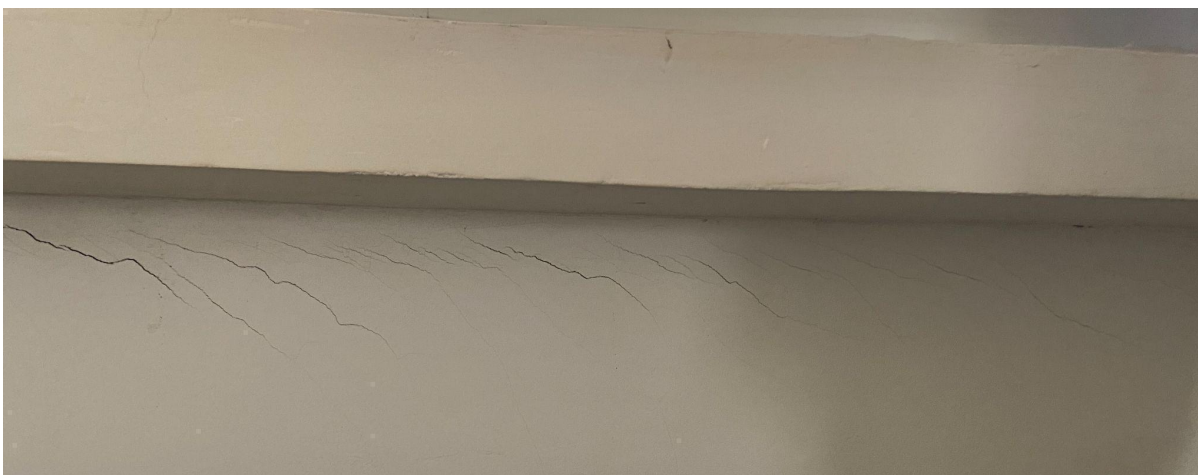


Fonte: Autoria própria (2023).

As fissuras com inclinação de 45° nas alvenarias costumam ser relacionadas com alguma ocorrência de recalque diferencial (SENA; NASCIMENTO; NETO, 2020; THOMAZ, 1949; VITÓRIO, 2003).

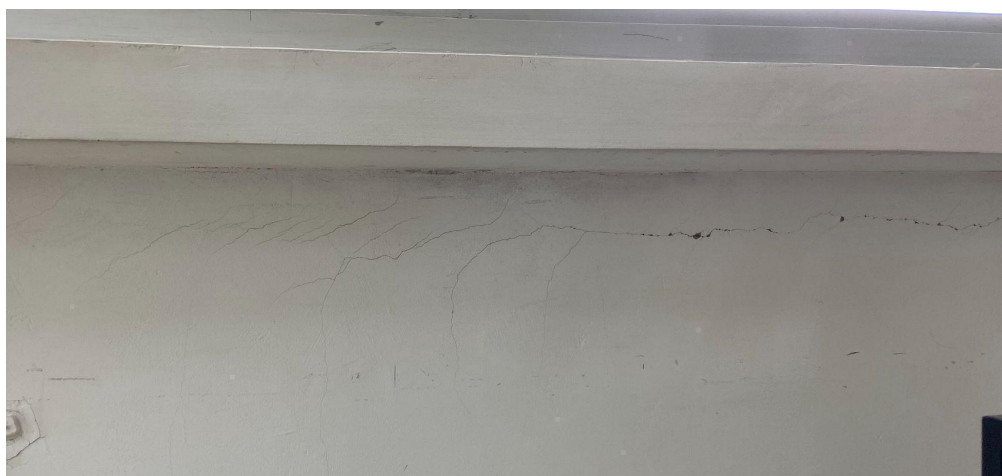
Outra configuração comum nos dados coletados foi as fissuras inclinadas de curta extensão posicionadas em sequência bem próximas, em um formato escamado, elas se apresentaram abaixo da laje-peitoril das janelas maiores nas salas 109, 110, 111, 010 e 011. Seu formato está apresentado nas Figuras 28, 29 e 30, sendo essa última exibindo a forma mais leve que foi visualizada.

Figura 28 - Fissuras sala 010



Fonte: Autoria própria (2023).

Figura 29 - Fissuras sala 011



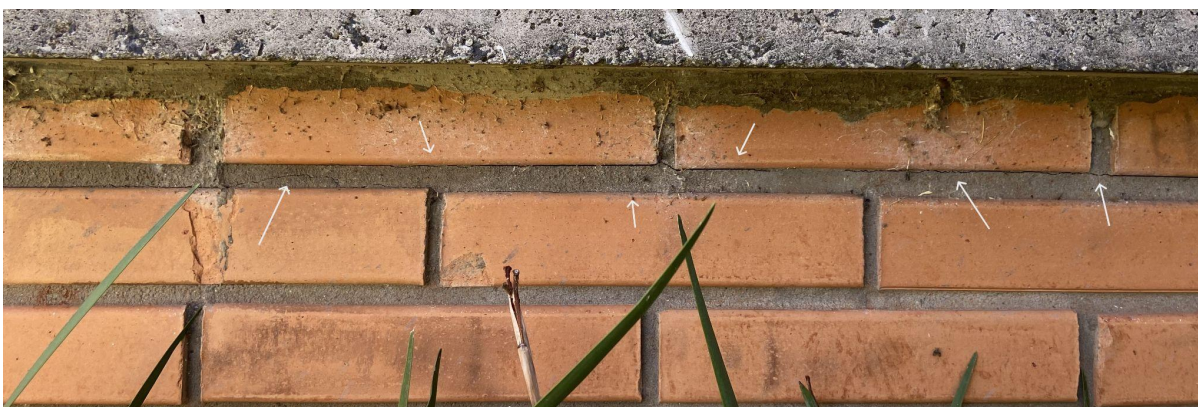
Fonte: Autoria própria (2023).

Figura 30 - Fissuras sala 110

Fonte: Autoria própria (2023).

Conforme indicado por Thomaz (1949), podem ser resultado da dilatação da estrutura acima dela, pela movimentação térmica.

Do lado externo foi possível observar fissuras nessa mesma região (Figura 31), indicando que a movimentação afetou todo o conjunto de vedação vertical.

Figura 31 - Fissuras externas

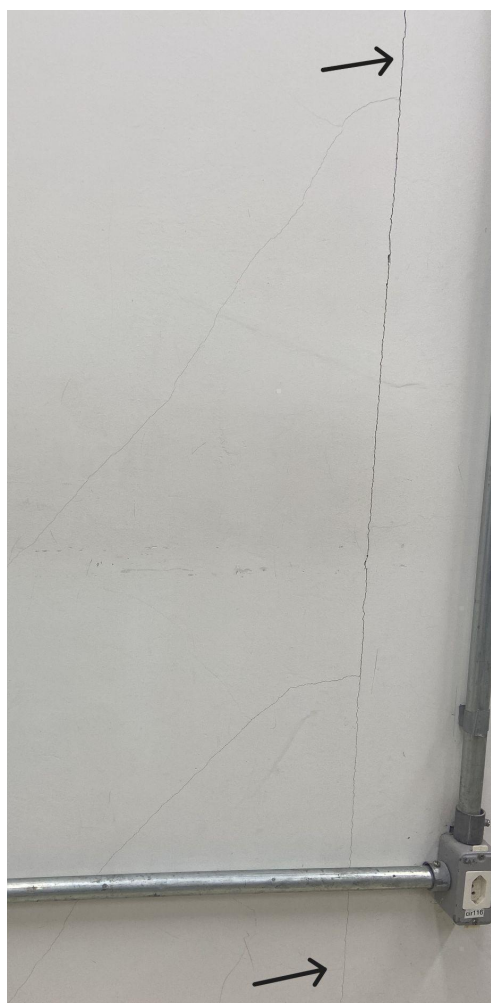
Fonte: Autoria própria (2023).

4.1.3 Fissuras entre elementos

As fissuras visualizadas no encontro entre diferentes elementos da edificação podem ser causadas pelas movimentações higrotérmicas, visto que o comportamento de diferentes elementos varia com as propriedades intrínsecas a cada material, ou ainda pela retração na alvenaria (SENA; NASCIMENTO; NETO, 2020; THOMAZ, 1949).

Esse tipo de fissura foi observada 34 vezes, presentes em todas as salas estudadas. Nas salas 107, 108, 109, 110, 111, 010 e 011 ocorrem no encontro das alvenarias com os pilares e são representadas pela Figura 32, que mostra o visualizado na sala 108.

Figura 32 - Fissuras sala 108



Fonte: Autoria própria (2023).

Entre a alvenaria e a viga superior na sala 107 (Figura 33), que também podem ocorrer devido ao encunhamento precoce da alvenaria, conforme Sena, Nascimento e Neto (2020) e Thomaz (1949).

Figura 33 - Fissura sala 107



Fonte: Aatoria própria (2023).

As fissuras entre as placas de drywall estiveram presentes nas salas 107, 108, 109, 110, 111 e 010, como demonstradas pela Figura 34 que apresenta seu aparecimento na sala 107.

Figura 34 - Fissuras sala 107



Fonte: Aatoria própria (2023).

Por fim, também foram observadas fissuras entre a laje-peitoril e o pilar (Figura 35) nas salas 106, 107, 108, 111, 010 e 011. Conforme percebido no local, possivelmente esses elementos foram executados de forma separada, o que pode ter facilitado o aparecimento dessas fissuras. Na Figura 36 percebe-se que a separação entre os elementos também acontece no lado externo.

Figura 35 - Fissuras sala 011



Fonte: Autoria própria (2023).

Figura 36 - Fissura externa



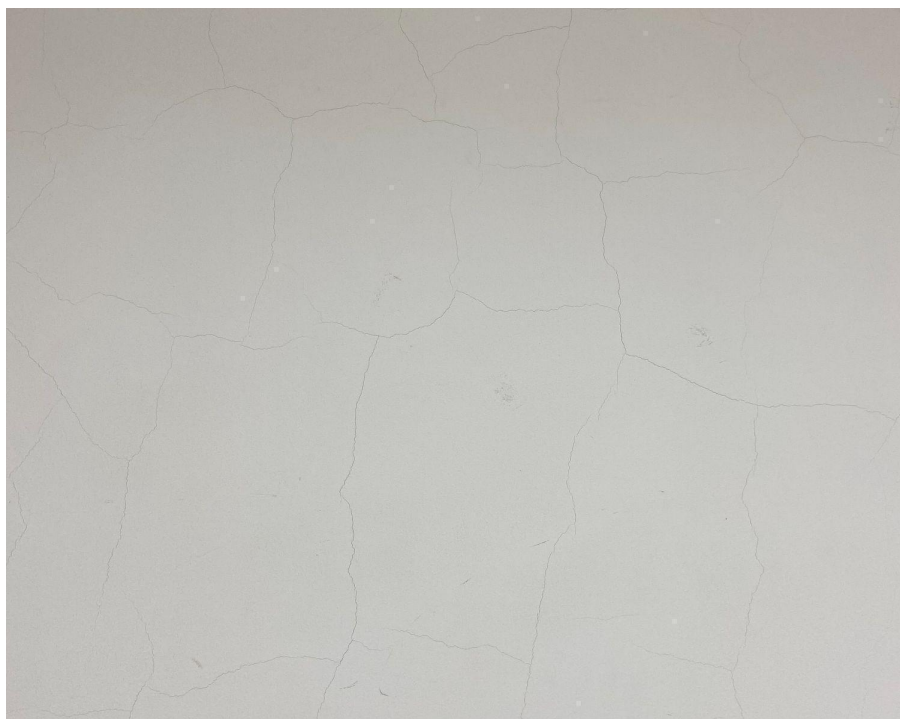
Fonte: Autoria própria (2023).

4.1.4 Fissuras mapeadas

As fissuras com formato mapeado geralmente são derivadas da retração das argamassas de revestimento ou de movimentações térmicas e higroscópicas (SENA; NASCIMENTO; NETO, 2020; THOMAZ, 1949).

Essa manifestação patológica esteve presente nas salas 107, 108, 109, 111, 010 e 011, aparecendo em torno de 14 regiões. Esse formato está representado nas Figuras 37 e 38, que mostram o ocorrido nas salas 107 e 108.

Figura 37 - Fissuras sala 107



Fonte: Aatoria própria (2023).

Figura 38 - Fissuras sala 108

Fonte: Aatoria própria (2023).

Foi observado que em algumas regiões essas fissuras apareciam com espaçamento bastante reduzido. Possivelmente estão associadas a movimentações higrótérmicas do revestimento, pois se apresentam em locais expostos à umidade e temperatura, abaixo das janelas maiores e em uma parede de extremidade da edificação. As Figuras 39 e 40 mostram a ocorrência abaixo das janelas, sendo a última a situação mais acentuada observada, e a Figura 41 da face de extremidade da edificação.

Figura 39 - Fissuras sala 010

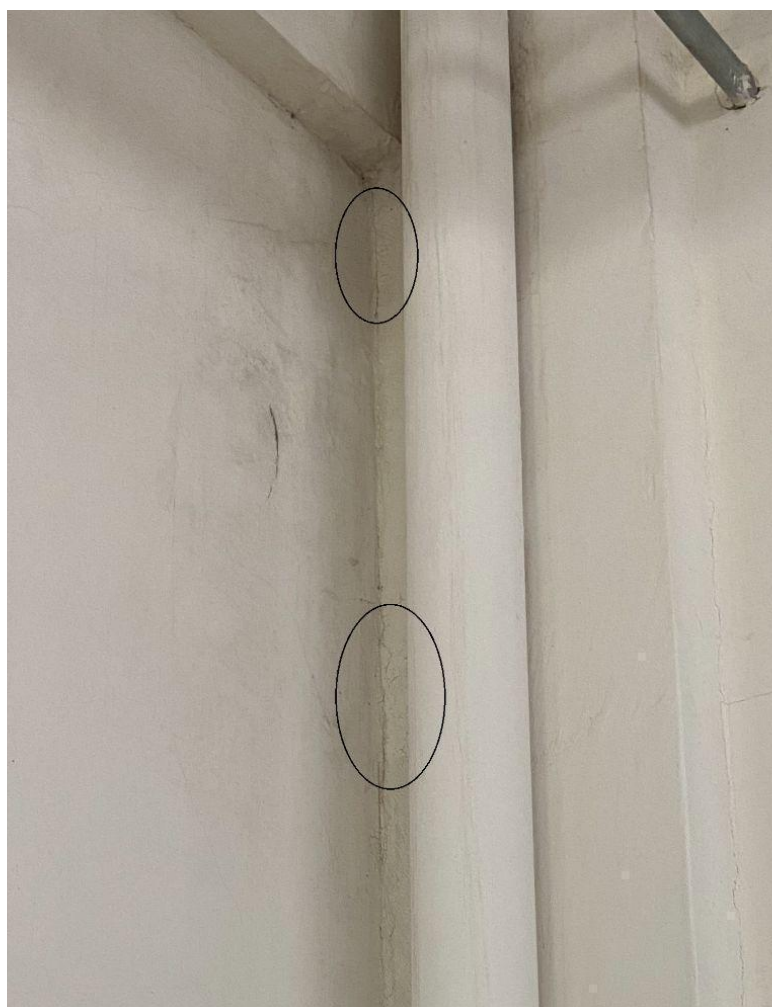
Fonte: Aatoria própria (2023).

Figura 40 - Fissuras sala 011



Fonte: Aatoria própria (2023).

Figura 41 - Fissuras sala 011



Fonte: Aatoria própria (2023).

4.1.5 Fissuras verticais

De acordo com Thomaz (1949), essa configuração de fissuras pode ser gerada pela existência de sobrecargas onde a alvenaria está sob compressão. Sena, Nascimento e Neto (2020) ainda cita que essas fissuras geométricas podem ocorrer devido à retração higrotérmica dos componentes. Foram visualizadas aproximadamente 66 situações de fissuras verticais, com exceção da sala 107.

O local mais recorrente foi abaixo das janelas menores, como representado pela Figura 42 visualizada na sala 108, aparecendo também nas salas 109, 110, 111, 010 e 011. Pela pequena espessura possivelmente esteja afetando apenas o revestimento, podendo estar relacionada a ausência ou ineficiência de contravergas, visto que, como já apresentado, em algumas dessas janelas também foram observadas fissuras horizontais e inclinadas relacionadas com a concentração de tensões no entorno das aberturas.

Figura 42 - Fissuras sala 108



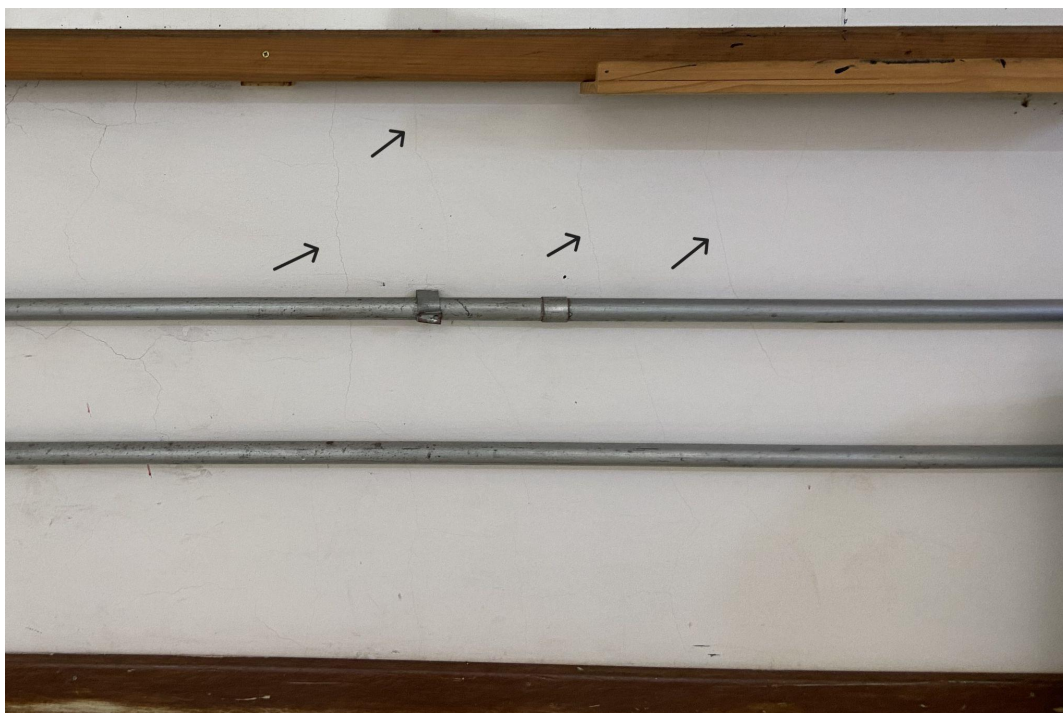
Fonte: Autoria própria (2023).

Nas salas 109, 111, 010 e 011 essas fissuras se fizeram presentes também abaixo das janelas maiores, como demonstrado na Figura 43 da ocorrência na sala 011, além de abaixo do quadro na sala 011, que é uma face extrema da edificação (Figuras 44). Como comentado anteriormente, esses locais estão suscetíveis à umidade, podendo contribuir para fissuras por movimentações higrotérmicas.

Figura 43 - Fissuras sala 011



Fonte: Autoria própria (2023).

Figura 44 - Fissuras sala 011

Fonte: Autoria própria (2023).

Por fim, também foi observada a ocorrência em um pilar da sala 106, Figura 45, Thomaz (1949) indica que essa situação pode estar relacionada à corrosão das armaduras. Nesse caso, foi percebida a deposição de ferrugem nas duas barras esquerdas da foto, além da exposição das armaduras que contribui para o processo de corrosão.

Figura 45 - Fissuras sala 106

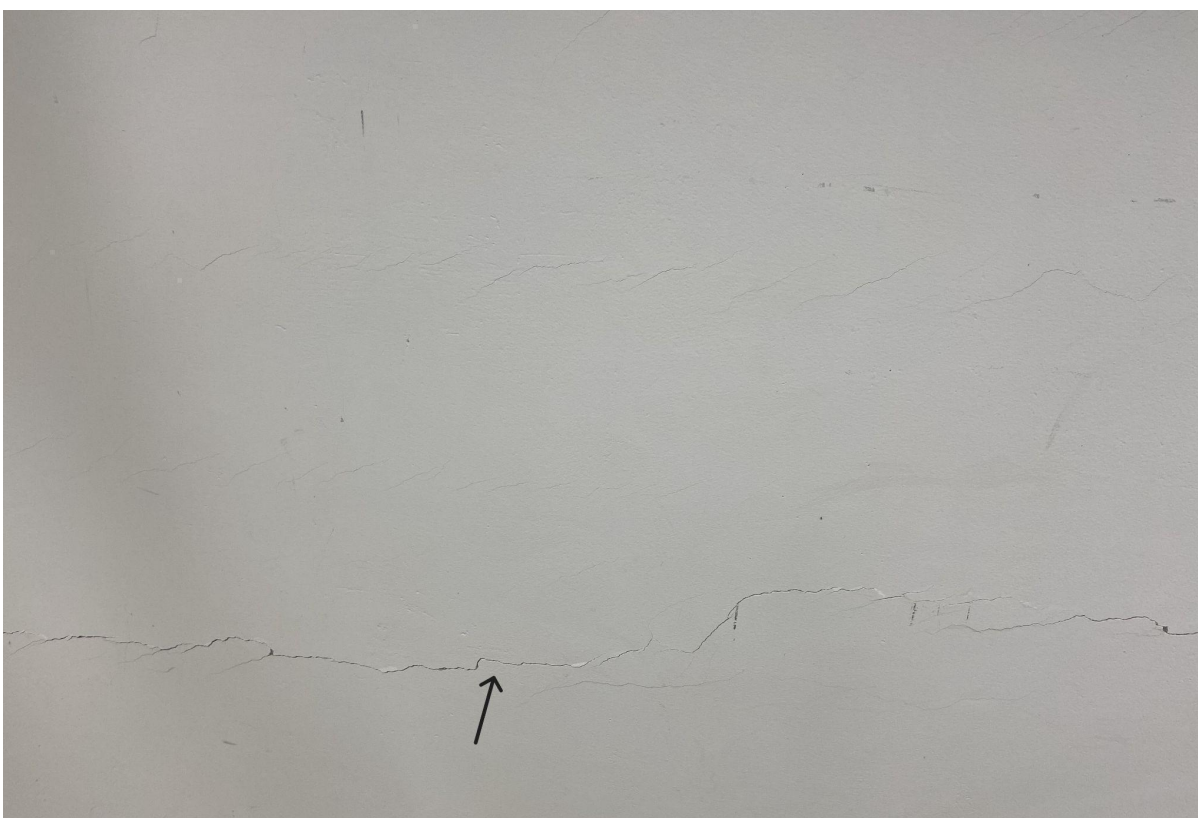
Fonte: Autoria própria (2023).

4.1.6 Fissuras horizontais

Esse formato da manifestação patológica mostrou-se em todas as salas estudadas, sua origem pode estar relacionada a movimentações térmicas e higroscópicas, por alguma sobrecarga, pela deformação dos componentes estruturais ou por retração da parede e/ou de seus componentes isolados (THOMAZ, 1949).

A fissura da Figura 46 foi observada na sala 109, ela está posicionada abaixo das janelas maiores e sua atuação não aparenta ser superficial, o formato se assemelha ao indicado por Thomaz (1949) para a deformação dos componentes estruturais, nesse caso possivelmente da laje inferior.

Figura 46 - Fissura sala 109

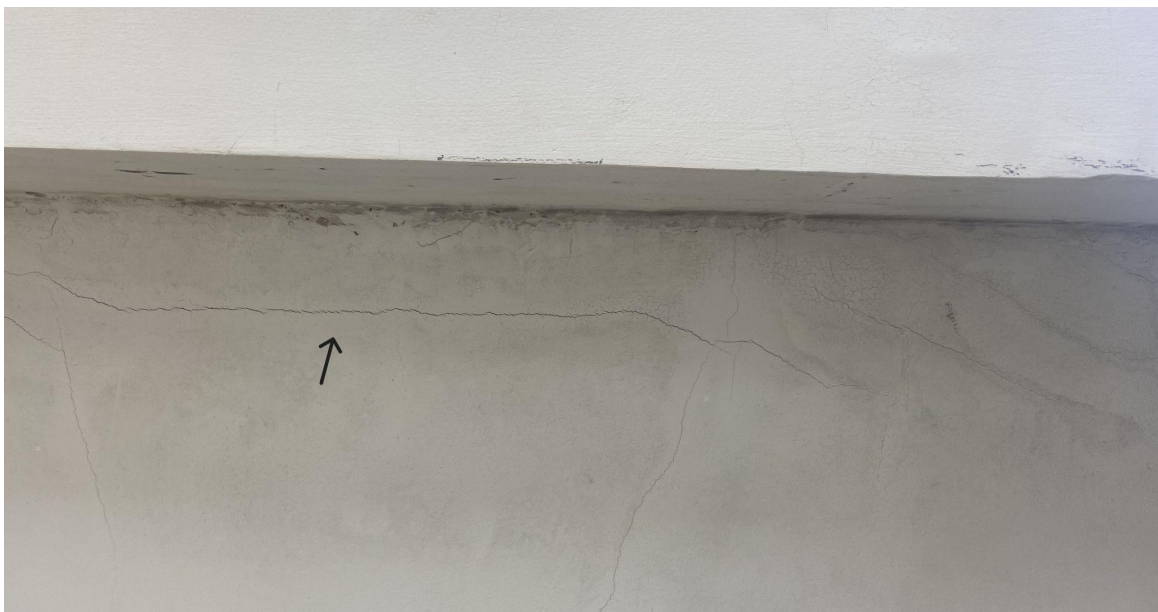


Fonte: Autoria própria (2023).

As fissuras horizontais também se manifestaram na região logo abaixo da laje-peitoril, ilustradas pelas Figuras 47, 48 e 49, acometendo as salas 107, 108, 111,

010 e 011, somando 18 aparecimentos do total de 25 registros para a configuração horizontal. Como essa região esteve associada também a manifestações patológicas como manchas e outras situações de fissuras, podem ter sido desencadeadas em consequência de um fator comum como a presença de umidade.

Figura 47 - Fissura sala 111



Fonte: Autoria própria (2023).

Figura 48 - Fissura sala 010



Fonte: Autoria própria (2023).

Figura 49 - Fissuras sala 108

Fonte: Autoria própria (2023).

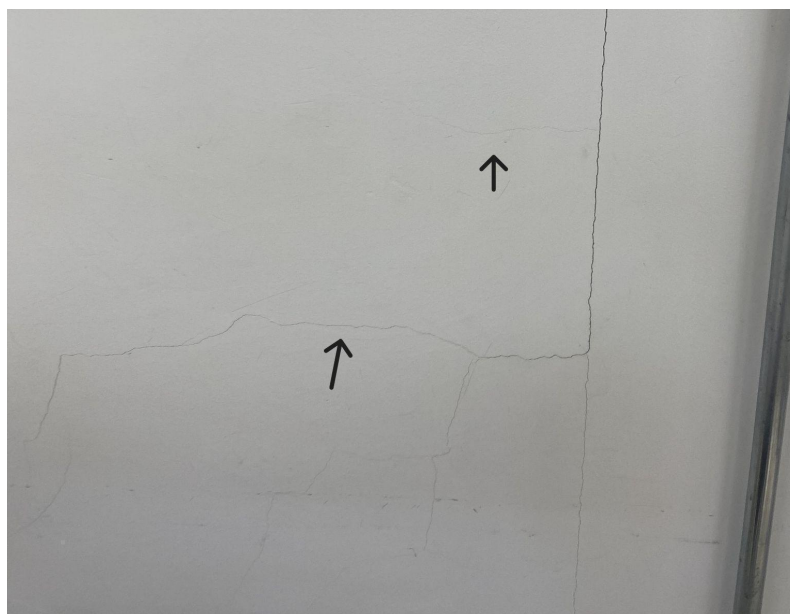
Na sala 011, também ocorreram na face da extremidade da edificação (Figura 50), que também possui uma extensa área que recebe radiação solar e chuva.

Figura 50 - Fissuras sala 011

Fonte: Autoria própria (2023).

Na alvenaria das janelas menores, nos ambientes 109, 110, 011 e abaixo das janelas maiores 106, 108, 109, 111, 010 e 011 ocorreram fissuras pontuais e de pequena espessura que podem estar associadas a alguma retração nos produtos de cimento, com aparência indicada nas Figuras 51 e 52.

Figura 51 - Fissuras sala 109



Fonte: Autoria própria (2023).

Figura 52 - Fissuras sala 106



Fonte: Autoria própria (2023).

4.1.7 Manchas

Essa manifestação patológica foi observada em 7 salas, totalizando 25 aparecimentos. Conforme já exposto, podem ser resultado de microrganismos, de ferrugem e do próprio umedecimento do local (BAUER, 2019; SENA; NASCIMENTO; NETO, 2020; SANTOS, 2017).

De forma predominante sua localização foi abaixo da laje-peitoril das janelas maiores. Nas salas 107, 110, 111, 010 e 011 foram observados tons amarronzados que podem ser resultado de corrosão das armaduras, representados nas Figuras 53 e 54, mostrando a situação mais amena observada nas manchas e a sua ocorrência mais acentuada, respectivamente. A Figura 55 mostra que externamente esse local apresenta fissuração, o que pode estar contribuindo para a entrada de água.

Figura 53 - Mancha sala 110



Fonte: Autoria própria (2023).

Figura 54 - Manchas sala 011



Fonte: Autoria própria (2023).

Figura 55 - Fissuras externas



Fonte: Autoria própria (2023).

Ainda nessa região também ocorreram manchas pretas nas salas 108, 111, 107, 011 e 010 e estão representadas pela Figura 56 que ocorreu na sala 111.

Figura 56 - Manchas sala 111



Fonte: Autoria própria (2023).

Na face da extremidade da edificação, que compreende as salas 111 e 011, também foram observadas manchas com tonalidade preta. As Figuras 57 e 58 demonstram essa situação pelo visualizado na sala 011.

Figura 57 - Manchas sala 011



Fonte: Autoria própria (2023).

Figura 58 - Manchas sala 011



Fonte: Autoria própria (2023).

No lado externo dessa parede da extremidade da edificação é possível observar a concentração de manchas pretas e verdes (Figura 59 e 60), ocasionadas pela exposição a umidade que acabam por afetar o ambiente interno.

Figura 59 - Manchas externas sala 111



Fonte: Autoria própria (2023).

Figura 60 - Manchas externas sala 011



Fonte: Autoria própria (2023).

Por fim, também foram visualizadas manchas nas lajes de cobertura. Na sala 107 acompanham as fissuras distribuídas na laje (Figura 61), enquanto nas salas 106 e 110 estão posicionadas próximas à platibanda (Figuras 62). Possivelmente sejam resultado de alguma falha na impermeabilização ou disposição da cobertura.

Figura 61 - Manchas sala 107



Fonte: Aatoria própria (2023).

Figura 62 - Manchas sala 110



Fonte: Aatoria própria (2023).

4.1.8 Desagregação e descascamentos

Essa manifestação patológica foi menos expressiva no estudo. As Figuras 63, 64 e 65 são da sala 106 onde ocorreram desagregação do concreto, sendo 1 nos cantos do pilar, que pode estar relacionado com algum choque e os demais ao redor de armaduras que, conforme apresentado por Vitório (2003), costumam resultar da expansão do concreto por absorção de água ou expansão do aço, além de movimentações estruturais. É válido observar que os locais de armadura exposta apresentam um cobrimento de pequena espessura, que possivelmente facilitou essa desagregação.

Figura 63 - Desagregação sala 106



Fonte: Aatoria própria (2023).

Figura 64 - Desagregação sala 106



Fonte: Autoria própria (2023).

Figura 65 - Desagregação sala 106



Fonte: Autoria própria (2023).

Nas salas 107 e 108 foi observada uma desagregação superficial no revestimento, conforme representado pela Figura 66, coincidindo com a altura das mesas e cadeiras utilizadas e, portanto, podendo ser proporcionadas pelo choque acidental dessas.

Figura 66 - Desagregação sala 108



Fonte: Autoria própria (2023).

Quanto à pintura, foram observados descascamentos e bolhas em quatro pontos, dois desses ocorrem abaixo da laje-peitoril, como representada pela Figura 67 que ocorreu na sala 111, e os demais coincidem com cantos das edificações (Figura 68). Assim, pode-se apontar como principal causa o contato com a umidade visto que essas regiões também apresentam manchas.

Figura 67 - Descascamentos sala 111



Fonte: Autoria própria (2023).

Figura 68 - Bolhas na pintura sala 111

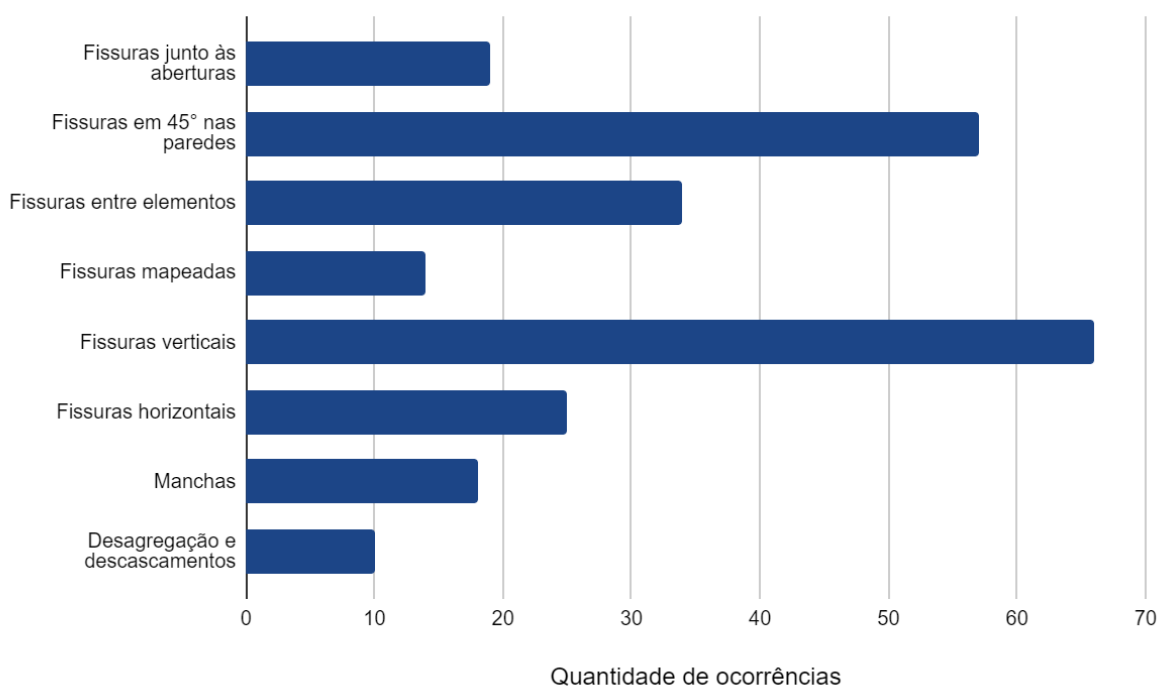


Fonte: Autoria própria (2023).

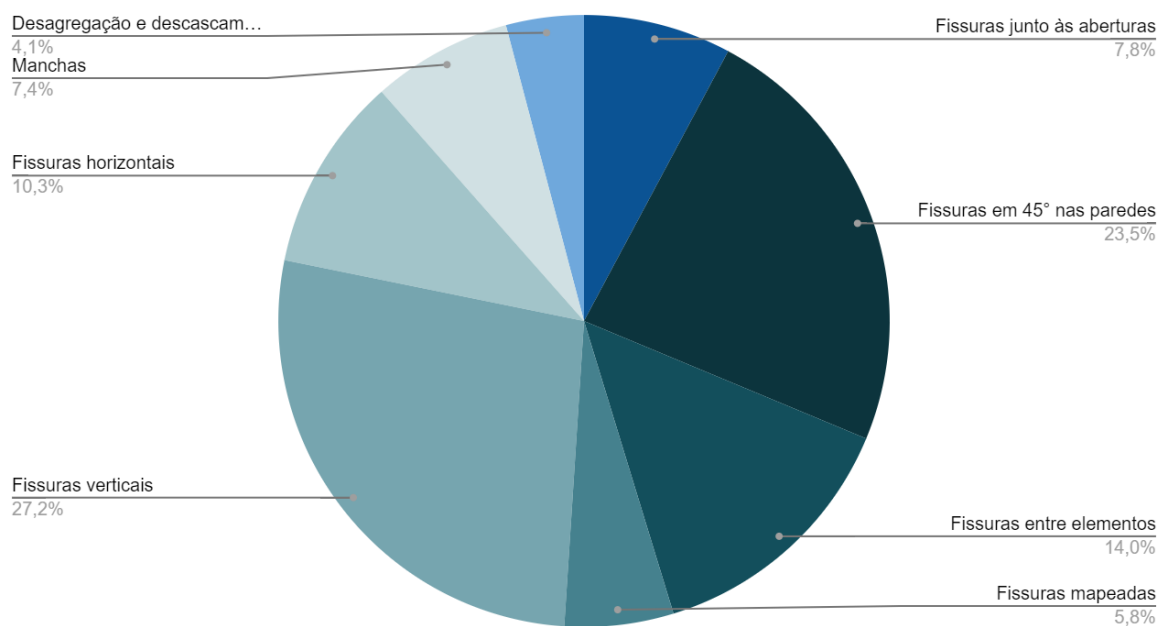
4.1.9 Análises dos resultados

Frente às manifestações patológicas que foram apresentadas, os resultados são sintetizados no Gráfico 1 que apresenta o número de ocorrência para cada configuração de defeitos, onde evidencia que as fissuras verticais e as inclinadas foram mais presentes no local de estudo. Enquanto no Gráfico 2 esses valores são apresentados em forma de porcentagem frente ao número total aproximado de manifestações patológicas coletadas.

Gráfico 1 - Quantidade de ocorrência por manifestação patológica

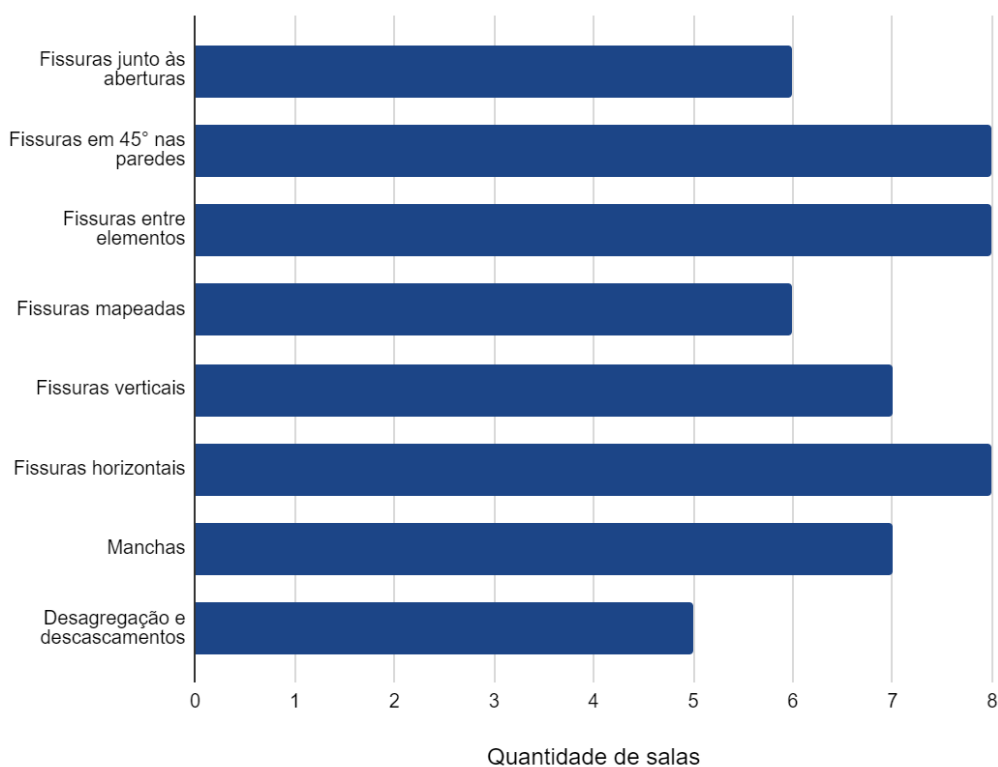


Fonte: Autoria própria (2023).

Gráfico 2 - Porcentagem por manifestação patológica

Fonte: Autoria própria (2023).

Além disso, também se obteve a relação de salas que são afetadas por cada defeito (Gráfico 3). É possível perceber que os problemas se repetem em quase a totalidade dos ambientes, estando as fissuras inclinadas, de interface de elementos e as horizontais presentes em todos os mesmos.

Gráfico 3 - Número de salas afetadas por situação

Fonte: Autoria própria (2023).

A Tabela 1 aponta a quantidade aproximada de manifestações patológicas que se apresentam em cada sala. As salas 111 e 011 apresentaram maior número de incidências, são localizadas na extremidade da edificação, compreendendo ao pavimento superior e térreo, dessa forma possuem três faces em contato com o ambiente externo e, portanto, sofrem maior influência do clima.

Tabela 1 - Quantidade de cada manifestação patológica por sala

Manifestações patológicas	SALAS							
	106	107	108	109	110	111	010	011
Fissuras junto às aberturas	2	4	2	0	1	0	1	9
Fissuras 45° nas paredes	1	2	4	7	8	15	9	11
Fissuras entre elementos	1	8	7	2	4	2	5	5
Fissuras mapeadas	1	2	0	2	0	1	3	5
Fissuras verticais	2	0	7	6	7	10	16	18
Fissuras horizontais	3	2	1	3	1	6	2	7
Manchas	2	3	1	0	2	3	3	4
Desagregação e descascamentos	4	1	2	0	0	2	0	1

Fonte: Autoria própria (2023).

Quanto às correções que podem ser aplicadas nos problemas observados está a renovação dos revestimentos frente à ocorrência das diversas configurações de fissuras, realizando o tratamento das fissuras pela aplicação de um material flexível ou reforço como indicado pelos autores Sahade (2005) e Sena, Nascimento e Neto (2020), buscando assim impedir que as fissuras retornem no novo acabamento.

O aparecimento de manchas pode ser corrigido pela correta limpeza utilizando escovação e hipoclorito de sódio, conforme apontado por Pereira (2011) e Giordani (2016). Essa manifestação patológica não se apresentou em um estado avançado, sendo assim a renovação do revestimento não seria necessária.

No entanto, nas manchas por corrosão é indicado partir do tratamento da armadura que está ocasionando o manchamento. Considerando o processo construtivo do local, possivelmente compreende a armadura que liga a laje-peitoril ao pilar e não o aço interno dos elementos. Assim seria recomendado remover o elemento laje-peitoril e refazê-lo inteiro ou parcialmente. Outra alternativa poderia ser realizar a limpeza interna das manchas conforme já descrito e reforçar a vedação externa na ligação entre essas peças, buscando conter a entrada de umidade que pode estar carregando as partículas de ferrugem e contribuindo na

evolução da corrosão, em seguida voltar a analisar como essa região se comporta com o passar do tempo.

Nos locais que apresentaram desagregação do concreto o reparo é simples visto que possuem pequena profundidade, pela boa limpeza seguida da aplicação de uma argamassa (SOUZA; RIPPER, 1998). Como em dois locais que essa manifestação ocorreu as armaduras ficaram expostas, torna-se interessante priorizar essa correção buscando evitar o processo de corrosão das armaduras.

Os descascamentos na pintura abrangeram uma pequena área, ainda assim, poderia ser resolvido pela remoção e aplicação de novo pintura e claro, pela redução das fontes de umidade que contribuíram no problema.

Como observado, a umidade foi um fator contribuinte tanto nas manchas quanto nas fissuras e na pintura. As duas regiões mais atingidas foram abaixo da laje-peitoril das janelas maiores e nas alvenarias da face da extremidade da edificação (salas 011 e 111). Nessa última situação é interessante perceber que a fachada do local apresentou um acúmulo de microrganismos que indicam a possível falta de manutenção, ao passo que o processo simples de limpeza periódica poderia ter contribuído para reduzir os danos observados internamente.

Abaixo da laje-peitoril sugere-se que externamente sejam fechadas as fissuras, seguido da aplicação de uma impermeabilização na alvenaria, além disso pode-se pensar na execução de uma pingadeira visto que há largura suficiente na laje-peitoril e esse elemento é em concreto aparente. Na face da extremidade da edificação, a limpeza das manchas externas na fachada seguida da aplicação de um impermeabilizante.

No teto, a umidade atingiu apenas duas regiões pontuais, podendo indicar necessidade de uma manutenção localizada no sistema de cobertura.

É válido citar que essas sugestões foram formadas a partir das possibilidades registradas na bibliografia e das particularidades observadas na edificação, entretanto sua execução precisa ser considerada entre as demandas da universidade, seus recursos disponíveis e suas prioridades.

Por fim, o Quadro 1 busca sintetizar os dados coletados nesse estudo.

Quadro 1 - Síntese dos resultados

Manifestações patológicas	Num. de ocorrências	Salas	Regiões	Comentários gerais	Regiões mais acentuadas	Correções recomendadas
Fissuras no entorno de aberturas	19	106, 107, 108, 110, 010 e 011	Portas e janelas menores	Aparecimento leve e pontual	Sala 011 - canto janela menor	Execução de sulcos, camada de dessolidarização (fitas, bandagens, telas), recuperação (pinturas e selantes ou telas, argamassas e grauteamento), acabamento; impermeabilização externa
Fissuras em 45° nas alvenarias	57	106, 107, 108, 109, 110, 111, 010 e 011	Face das janelas menores e abaixo da laje-peitoril	Escamadas Isoladas finas	Salas 111 e 011 - abaixo laje-peitoril	
Fissuras entre elementos	34	106, 107, 108, 109, 110, 111, 010 e 011	Viga e alvenaria, pilar e alvenaria, pilar e laje-peitoril e placas de drywall	Espessuras finas, exceto no drywall (1,5 e 2 mm).	Salas 108, 109 e 110 - pilar e alvenaria, drywall	
Fissuras mapeadas	14	106, 107, 109, 111, 010 e 011	Face das janelas menores e face do quadro	Espessuras finas Situação com espaçamento reduzido entre elas	Salas 108 e 011 (espaçamento reduzido)	
Fissuras verticais	66	106, 108, 109, 110, 111, 010 e 011	Face das janelas, face do quadro e pilar	Espessuras finas Maior concentração abaixo das janelas menores	Sala 108	
Fissuras horizontais	25	106, 107, 108, 109, 110, 111, 010 e 011	Alvenaria abaixo da laje-peitoril, face janelas menores e quadro	Mais acentuadas logo abaixo da laje-peitoril	Salas 010 e 011	
Manchas	18	106, 107, 108, 110, 111, 010 e 011	Alvenaria abaixo da laje-peitoril, face do quadro e laje de cobertura	Mais acentuadas logo abaixo da laje-peitoril	Salas 111 (preta) e 011 (amarronzada)	Limpeza com escovação e hipoclorito de sódio e impermeabilização externa
Desagregação	4	106, 107 e 108	Face das janelas maiores (concreto) e face das portas e fundos (revestimentos)	Armadura exposta em pilar e laje-peitoril	Sala 106	Aplicação de argamassa, precedida de proteção da armadura
Descascamentos	4	106, 111 e 011	Abaixo da laje-peitoril e face do quadro (extremidade da edificação)	Aparecimento pontual	Salas 111 e 011 - extremidade da edificação	Impermeabilização externa, remoção da película, nova pintura

Fonte: Autoria própria (2023).

5 CONCLUSÃO

O presente estudo permitiu conhecer a situação de algumas salas de aula da UTFPR, *Campus* Pato Branco, através do levantamento de manifestações patológicas que afetam os revestimentos internos desses ambientes. Assim, foram observados os tipos de defeitos, a frequência com que aparecem, sua intensidade, além de indicar as possíveis causas, pela associação com a bibliografia e com as particularidades da edificação, observadas *in loco*.

As principais manifestações patológicas observadas foram: fissuras com diversas configurações, manchas, descascamento na pintura e desagregação em concreto. As fissuras verticais apareceram em maior quantidade, aproximadamente 66 vezes, correspondendo a 27,2% de todas as manifestações contabilizadas, seguidas das fissuras em 45° nas alvenarias (23,5%), fissuras entre elementos (14%), fissuras horizontais (10,3%), fissuras junto a aberturas (7,8%), manchas (7,4%), fissuradas mapeadas (5,8%), desagregação e descascamentos (4,1%).

Apesar do elevado número de fissuras, a maioria apresentou espessura sutil, possivelmente afetando apenas o revestimento, a maior espessura foi de 2mm entre as placas de drywall. Ademais, a região abaixo da laje-peitoril apresentou fissuras mais acentuadas em profundidade, tanto em situações horizontais quanto inclinadas.

A umidade do ambiente externo se mostrou prejudicial na alvenaria que compreende a extremidade da edificação e na região abaixo da laje-peitoril, contribuindo para fissuras, manchas e descascamentos.

As salas 111, localizada na extremidade do pavimento superior e as salas 010 e 011, localizadas no pavimento térreo foram os locais em pior situação. Ainda assim, nenhum ambiente apresentou um estado avançado de deterioração, possibilitando um período favorável de tempo para decidir quais as correções viáveis. Entretanto, cabe citar que quanto antes as intervenções forem realizadas, evita-se o agravamento das manifestações patológicas que agora também favorecem a atuação de agentes agressivos.

Diante disso, nota-se que, com o levantamento em campo associado à pesquisa bibliográfica, foi possível alcançar os objetivos que esse trabalho se propôs, identificando as manifestações patológicas e quais fatores estão associados à sua ocorrência, além de levantar possibilidades de correção. Do mesmo modo, evidencia-se a importância do conhecimento sobre os defeitos que acometem as construções, para conservar o desempenho, conforto e vida útil, e ainda, a atenção que se deve dedicar às escolhas em todas as fases de uma edificação para minimizar o desenvolvimento de problemas patológicos.

Ainda que seja necessário um aprofundamento nas particularidades de cada edificação, essa pesquisa auxilia na tomada de decisões, no que diz respeito à manutenção das salas de aula do bloco N da UTFPR, *Campus Pato Branco*.

REFERÊNCIAS

- BAUER, L. A. F. **Materiais de construção**. 6 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2019. v. 1.
- BAUER, L. A. F. **Materiais de construção**. 6 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2019. v. 2.
- BERTI, J. V. M.; JÚNIOR, G. P. S.; AKASAKI, J. L. **Estudo da origem, sintomas e incidências de manifestações patológicas do concreto**. Revista ANAP Brasil, 2019.
- BOLINA, F. L.; TUTIKIAN, B. F.; HELENE, P. R. L. **Patologia de estruturas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 7. ed. Barueri: Atlas, 2022.
- GIL, A. C. **Como fazer pesquisa qualitativa**. 1. ed. Barueri: Atlas, 2021.
- GIORDANI, A. Z. **Levantamento e diagnóstico das manifestações patológicas em fachadas de edificações localizadas no campus da UFSC**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, p. 100, 2016.
- LICHTENSTEIN, N. B. **Patologia das construções**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Boletim Técnico, v. 6, 1986.
- MEDEIROS, M. H. F.; ANDRADE, J. J. O.; HELENE, P. **Durabilidade e Vida Útil das estruturas de Concreto**. Revista Concreto e Construção, IBRACON, 2011.
- PEREIRA, P. S. **Programa de manutenção de edifícios para as unidades de atenção primária à saúde da cidade de juiz de fora**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Juiz de Fora, 2011.
- POSSAN, E.; DEMOLINER, C. A. **Desempenho, durabilidade e vida útil das edificações**. Revista técnico-científica do CREA-PR, 1ª ed., 2013.
- SAHADE, R. F. **Avaliação de sistemas de recuperação de fissuras em alvenaria de vedação**. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2005.
- SANTOS, M. J. B. O. **Catálogo de patologias em fachadas de edifícios residenciais de Brasília**. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, 2017.
- SENA, G. O.; NASCIMENTO, M. L. M.; NETO, A. C. N. **Patologia das construções**. Salvador: 2B, 2020.
- SOUZA, V.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1998.

TAGUCHI, M. K. **Avaliação e qualificação das patologias das alvenarias de vedação nas edificações**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, 2010

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios: Causas, prevenção e recuperação**. IPT/EPUSP/PINI, 1945.

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ. Portal da UTFPR. **Contato e Localização**. [Pato Branco]: UTFPR, 2021. Disponível em: <https://portal.utfpr.edu.br/pesquisa-e-pos-graduacao/laboratorios-multiusuarios/laboratorios/central-de-analises-ca/contato-e-localizacao>. Acesso em: 23 mai. 2023.

VITÓRIO, A. **Fundamentos da patologia das estruturas nas perícias de engenharia**. Instituto Pernambucano de Avaliações e Perícia de Engenharia, Recife, 2003.