CENTRO UNIVERSITÁRIO RITTER DOS REIS
ĂNIMA EDUCAÇÃO

DOUGLAS TEIXEIRA KURKOWSKI

ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR LOCALIZADO NA CIDADE DE PORTO ALEGRE/RS: ESTUDO DE CASO.

Porto Alegre
2023

DOUGLAS TEIXEIRA KURKOWSKI

ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR LOCALIZADO NA CIDADE DE PORTO ALEGRE/RS: ESTUDO DE CASO.

Trabalho de conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Civil do Centro Universitário Uniritter, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel.

Orientador: Prof. Me Newton Chwartzmann

Porto Alegre
2023

DOUGLAS TEIXEIRA KURKOWSKI

ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UM CONDOMÍNIO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR LOCALIZADO NA CIDADE DE PORTO ALEGRE/RS: ESTUDO DE CASO.

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Ritter dos Reis.

Porto Alegre, RS, _____ de _____ de 2023

Professor e Orientador Msc. Newton Chwartzmann
Centro Universitário Ritter dos Reis

Professor Msc. Luciano Herbstrith Bessauer
Centro Universitário Ritter dos Reis

RESUMO

Com o passar dos anos, a sociedade teve um avanço tecnológico e científico quanto a construção civil, ocasionando o surgimento de um número expressivo de construções. No entanto, esse desenvolvimento traz preocupações importantes, como o aumento das manifestações patológicas nas edificações, principalmente nas construções recentes. Através das visitas técnicas realizadas na construção foi possível reunir os apontamentos iniciais juntamente com os registros fotográficos e com auxílio do embasamento teórico foi viável encontrar as prováveis causas dos problemas e sugerir as recomendações adequadas. A partir deste estudo, foi constatado que os processos deletérios encontrados estão vinculados a vários fatores como, a falta de fiscalizações durante as etapas construtivas, incapacidade da mão de obra, inexistência ou ineficácia dos projetos específicos, omissão das manutenções preventivas e corretivas, entre outros. Esses fatores foram responsáveis pelo surgimento das manifestações patológicas, entre elas, os variados tipos de fissuras, internas e externas, corrosões das estruturas metálicas e umidades advindas do solo e das áreas externas. Logo, é perceptível a redução da vida útil do empreendimento devido aos vícios construtivos presentes.

Palavras-chave: Manifestação patológicas. Vida útil. Causas. Melhorias.

ABSTRACT

Over the years, society has had a technological and scientific advance in civil construction, leading to the emergence of a significant number of constructions. However, this development brings important concerns, such as the increase in pathological manifestations in buildings, especially in recent constructions. Through the technical visits carried out during construction, it was possible to gather the initial notes together with the photographic records and, with the help of the theoretical basis, it was possible to find the probable causes of the problems and suggest the appropriate recommendations. From this study, it was found that the deleterious processes found are linked to several factors such as the lack of inspections during the construction stages, inability of the workforce, lack or ineffectiveness of specific projects, omission of preventive and corrective maintenance, among others. These factors were responsible for the emergence of pathological manifestations, including the various types of cracks, internal and external, corrosion of metallic structures and moisture from the soil and external areas. Therefore, it is noticeable the reduction of the useful life of the enterprise due to the present constructive defects.

Keywords: Pathological manifestations. Lifespan. Causes. Improvements.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 7
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA 8
1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA 8
1.2.1 Objetivo geral 8
1.2.2 Objetivos específicos 8
1.3 JUSTIFICATIVA 9
1.4 METODOLOGIA DE PESQUISA 9
1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA 9
1.6 DEFINIÇÃO OPERACIONAL DAS VARIÁVEIS 9
1.7 DELINEAMENTO DA PESQUISA 10
2 REVISÃO TEÓRICA 11
2.1 DESEMPENHO, VIDA ÚTIL E DURABILIDADE DAS EDIFICAÇÕES 11
2.1.1 Desempenho das edificações 11
2.1.2 Vida útil das edificações 13
2.1.3 Durabilidade das edificações 13
2.2 MECANISMOS DE ATUAÇÃO DA ÁGUA NAS EDIFICAÇÕES 13
2.2.1 Mecanismos de transporte da umidade 14
2.2.1.1 Higroscopicidade 15
2.2.1.2 Porosidade 15
2.2.1.3 Capilaridade 15
2.2.2 Classificação quanto aos tipos de umidade 15
2.2.2.1 Umidade de infiltração 16
2.2.2.2 Umidade ascensional 17
2.2.2.3 Umidade por condensação 17
2.2.2.4 Umidade de obra 18
2.2.2.5 Umidade acidental 18
2.3 PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES 19
2.3.1 Manifestações patológicas 19
2.4 PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS 20
2.4.1 Fissuras 21
2.4.1.1 Fissuras causadas por variação térmica 22
2.4.1.2 Fissuras causadas por atuação de sobrecargas 23

2.4.1.3 Fissuras causadas por deformabilidade excessiva das estruturas.....24
2.4.1.4 Fissuras causadas por recalque das fundações 24
2.4.1.5 Fissuras causadas por retração de produtos à base de cimento 25
2.4.2 Mofo ou bolor 27
2.4.3 Eflorescência.....28
2.4.4 Carbonatação 30
2.4.5 Corrosão das armaduras.....31
2.5 DIAGNÓSTICO E MÉTODOS DE CORREÇÕES DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS.....32
2.5.1 Técnicas de diagnóstico.....33
2.5.2 Métodos de correções 34
2.5.2.1 Fissuras.....34
2.5.2.2 Mofo ou bolor 36
2.5.2.3 Eflorescência.....36
2.5.2.4 Carbonatação.....37
2.5.2.5 Corrosão das armaduras.....38
3 ESTUDO DE CASO 40
3.1 CARACTERÍSTICAS DO CONDOMÍNIO 40
3.2 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ÁREAS CONDOMINIAIS 42
3.2.1 Áreas externas do condomínio 42
3.2.1.1 Fissuras na fachada 42
3.2.1.2 Descolamento do revestimento da parede 44
3.2.1.3 Manchas no revestimento da parede 46
3.2.1.4 Oxidação das estruturas metálicas 47
3.2.2 Áreas internas da Torre 02 48
3.2.2.1 Mofo ou bolor no revestimento da parede 48
3.2.2.2 Fissuras no revestimento cerâmico.....51
4 CONCLUSÕES 53
REFERÊNCIAS.....54

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a construção civil viveu um cenário de oscilações, tendo um histórico negativo em consideração a década. Com o passar dos anos, esse cenário vem sendo alterado positivamente, gerando maiores expectativas para os investidores. Conforme descrito por Terra (2023), existe uma alta tendência desta indústria manter o crescimento pelo terceiro ano seguido, chegando a um percentual de 2,5% no ano de 2023.

Para Ambrosio (2004), a construção civil cresce e progride em um ritmo veloz associado as altas demandas por construções, sejam laborais, industriais ou habitacionais, vinculado pela constante evolução da sociedade. Esse crescimento da construção civil traz inúmeros aspectos positivos a sociedade, mas também gera preocupações quanto aos controles de qualidade em relação aos processos que envolvem as construções. Atrelados ao avanço desta área e somados a outros fatores, surgem os problemas nas edificações, denominadas manifestações patológicas.

Segundo Sena (2020), as manifestações patológicas são deteriorações encontradas nas construções que podem aparecer no decorrer das fases construtivas da obra, sendo mais comum em etapas de elaboração de projeto, escolha de materiais, etapas de execução, entre outros. Para Helene (1992), os problemas patológicos podem ser identificados a partir de um bom diagnostico, sendo possível determinar em qual etapa construtiva teve origem. Para o autor, a identificação desta fase é extremamente importante, pois pode impactar no tipo de reparo a ser realizado.

De acordo com Verçoza (1991), as edificações já possuem uma pré-disposição a manifestar problemas e associados as questões econômicas, colaboram para edificações de baixa qualidade.

Diante deste cenário, este Trabalho tem como finalidade analisar as manifestações patológicas existentes em um condomínio residencial multifamiliar, descrevendo as possíveis causas que desencadearam o surgimento desses processos de deterioração e sugerindo melhorias para revitalização destas áreas.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Na construção civil, todas as fases que envolvem o desenvolvimento das construções são extremamente importantes para a conservação da vida útil dos empreendimentos. Caso algumas destas etapas sejam desconsideradas podem contribuir para o surgimento de problemas no futuro. As manifestações patológicas afloram com base nesse histórico ruim e associados a outros fatores, como, a qualidade dos materiais, falhas na elaboração de projetos, inexistência dos processos executivo, ausência de manutenção preventiva, entre outros.

Essa pesquisa possui o intuito de responder a seguinte pergunta: Quais são as principais manifestações patológicas em um condomínio residencial multifamiliar na cidade de Porto Alegre/RS, suas causas prováveis e formas de correção?

1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

Os objetivos do presente trabalho foram divididos em objetivo geral e objetivos específicos, os quais são apresentados a seguir.

1.2.1 Objetivo geral

O propósito desse Trabalho consiste em analisar as principais manifestações patológicas existentes em um condomínio residencial, fim de analisar, identificar e sugerir pontos de correção de forma adequada.

1.2.2 Objetivos específicos

a) Realizar um estudo sobre as manifestações patológicas existentes nas edificações;

b) Identificar as principais manifestações patológicas encontradas na edificação;

c) Analisar e estudar as manifestações patológicas encontradas durante a fase de identificação e suas causas prováveis;

d) Apontar sugestões de melhorias para as anomalias encontradas;

e) Apresentar as conclusões finais quanto ao estudo de caso.

1.3 JUSTIFICATIVA

A escolha deste estudo foi feita com base na existência expressiva de construções em fases de degradação, em poucos anos de vida útil dos empreendimentos. Essas manifestações patológicas surgem de falhas de projetos, execuções ou manutenções, associados aos fatores climáticos que contribuem e aceleram a deterioração da vida útil destas edificações.

Essas degradações impactam diretamente no desempenho das construções e normalmente estão associados a erros praticados durante o processo executivo. O intuito desta análise, com auxílio do embasamento teórico, é realizar uma análise minuciosa das origens e causas destes agentes agressores as construções, tentando encontrar as causas raízes, como os fatores iniciais e os subsequentes. Também será proposto uma sequência de melhorias contemplando um plano de manutenção do condomínio, a fim de corrigir e prevenir os processos deletérios.

1.4 METODOLOGIA DE PESQUISA

De cunho qualitativo, este Trabalho contém uma análise teórica com base na literatura, com livros, artigos científicos, revistas com ênfase na engenharia civil, páginas da internet, entre outros. As fontes de pesquisa consultadas trazem as definições teóricas e/ou situações reais aplicadas a este estudo.

Além disso, este trabalho terá uma parte prática realizada através de um estudo de caso.

1.5 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

O estudo de caso está delimitado as principais manifestações patológicas nas áreas internas de circulação da torre 02, como corredores e escadas, além das áreas externas de um condomínio residencial multifamiliar, localizado na cidade de Porto Alegre/RS.

1.6 DEFINIÇÃO OPERACIONAL DAS VARIÁVEIS

a) Tipos de técnicas construtivas;

b) Materiais utilizados;

c) Orientação solar;

d) Idade da edificação;

e) Mão de obra.

1.7 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Este trabalho tem como base, o estudo de caso, referente a um empreendimento que apresenta manifestações patológicas. A sequência de apresentação destes dados, divide-se em quatro capítulos descritos a seguir.

O capítulo um aborda assuntos introdutórios, como, resumo, delimitação da pesquisa, objetivos primários e secundários, justificativa para elaboração deste estudo, entre outros.

O capítulo dois compõe a revisão bibliográfica desenvolvida neste trabalho, onde serão apresentadas informações referentes as principais manifestações patológicas que impactam as edificações, destacando os problemas iniciais e os motivos que contribuíram para a deterioração.

No capítulo três, apresentam-se as análises desenvolvidas em relação ao estudo de caso sendo composta de dados ilustrativos, identificações das manifestações patológicas encontradas e as possíveis correções.

Por fim, no capítulo quatro, são apresentadas as conclusões advindas do estudo, a partir dos resultados adquiridos e com base no referencial teórico citado.

2 REVISÃO TEÓRICA

A revisão teórica tem como objetivo descrever os conceitos e percepções sobre o tema a ser estudado com base em referências de outros autores consolidados na área. Todas as informações contidas neste capítulo servem para dar consistência e fundamentação para a interpretação dos dados citados no capítulo quatro.

2.1 DESEMPENHO, VIDA ÚTIL E DURABILIDADE DAS EDIFICAÇÕES

Na visão de Andrade e Silva (2005), a compreensão dos conceitos de desempenho, vida útil e durabilidade são essenciais para a análise das patologias das construções. Para a caracterização de um problema patológico, o sintoma deve prejudicar a construção, impactando alguns requisitos, como a capacidade mecânica e/ou funcional. Desta forma entende-se, que exista um vínculo associado entre a patologia e o desempenho das construções, atrelado a vida útil e durabilidade, pois a sua avaliação submete-se ao comportamento da estrutura em uso.

2.1.1 Desempenho das edificações

De acordo com Souza e Ripper (2009), desde os primórdios da civilização, o homem com suas construções básicas, já sentia necessidade de adaptar as estruturas, a fim de conquistar mais benefícios em relação a moradia. Para Sena et al. (2020), já existiam menções deste assunto na antiguidade, através do código de Hamurabi, que tinha o intuito de estabelecer leis para punir as condutas dos cidadãos. Entre as seções deste texto mesopotâmico consta uma seção exclusiva aos construtores quanto ao desempenho e segurança das construções, entre os artigos, destaca-se:

> 229º - Se um arquiteto constrói para alguém e não faz o solidamente e a casa que ele construiu cai e fere de morte o proprietário, esse arquiteto deverá ser morto
> 230º - Se fere de morte o filho do proprietário, deverá ser morto o filho do arquiteto.
> 231º - Se mata um escravo do proprietário ele deverá dar ao proprietário da casa um escravo.
> 232º - Se destrói bens, deverá indenizar tudo que destruiu e porque não executou solidamente a casa por ele construída, assim que essa é abatida, ele deverá refazer a sua custa. (SENA et al.,2020, p.16).

Para Weimer, Thomas e Dresch (2018), justamente através dessas dificuldades, a humanidade se desenvolveu ao longo dos anos, permitindo o crescimento das tecnologias das edificações, contemplando etapas como concepção, cálculo, análise e detalhamento das estruturas.

Na visão de Sachs e Nakamura (2013), o desempenho pode ser entendido como o comportamento de uma edificação em sua fase de utilização, atendendo os requisitos mínimos de conforto, qualidade e segurança durante um determinado período de tempo.

Conforme a NBR 15575-1 (2021), o termo desempenho é desenvolvido através das definições de alguns requisitos (qualitativos), critérios (quantitativos) e métodos de avaliação (ensaios laboratoriais, ensaios de campo, inspeções em protótipos, análise de projetos, entre outros), onde permite a mensuração clara e objetiva. Ainda de acordo com a NBR 15575-1 (2021), essas definições citadas acima, buscam atender aos requisitos do usuário, atingindo as suas necessidades quanto a segurança, habitabilidade e sustentabilidade destacados no quadro 01.

Quadro 1 - Requisitos do usuário

Segurança	— Segurança estrutural; — Segurança contra fogo; — Segurança no uso e na operação.
Habitabilidade	— Estanqueidade; — Desempenho térmico; — Desempenho acústico; — Desempenho lumínico; — Saúde, higiene e qualidade do ar; — Funcionalidade e acessibilidade; — Conforto tátil e antropodinâmico.
Sustentabilidade	— Durabilidade; — Manutenibilidade; — Impacto ambiental.

Fonte: ABNT NBR 15575-1, 2021.

2.1.2 Vida útil das edificações

Para Souza e Ripper (2009), as construções não são feitas para uma vida útil eterna, logo, com o passar dos anos, vão deteriorar, o que pode influenciar no atingimento da vida útil, então é indispensável que sejam identificadas as manifestações patológicas e as edificações submetidas a manutenção preventiva e corretiva.

A definição de vida útil é encontrada na NBR como:

> Período de tempo em que um edifício e/ou seus sistemas se prestam às atividades para as quais foram projetados e construídos, com atendimento dos níveis de desempenho previstos nesta Norma, considerando a periodicidade e a correta execução dos processos de manutenção especificados no respectivo manual de uso, operação e manutenção (a vida útil não pode ser confundida com prazo de garantia legal ou contratual). (NBR 15575-1, 2021, p. 10)

De acordo com Medeiros, Andrade e Helene (2011), a vida útil deve ser analisada por uma perspectiva mais ampla, atendendo diversas fases, como, projeto, execução, materiais, uso, operação e manutenção com ênfase no desempenho, qualidade e sustentabilidade.

2.1.3 Durabilidade das edificações

A definição de durabilidade é encontrada na NBR como, “capacidade da edificação ou de seus sistemas de desempenhar suas funções, ao longo do tempo e sob condições de uso e manutenção especificadas no manual de uso, operação e manutenção”. (NBR 15575-1, 2021, p. 07).

Para Zuchetti (2015), entende-se como durabilidade o intervalo de tempo, na qual se espera que um material desempenhe seu propósito pré-definido. Logo, as construções devem respeitar esse período, mesmo estando sob condições de uso.

2.2 MECANISMOS DE ATUAÇÃO DA ÁGUA NAS EDIFICAÇÕES

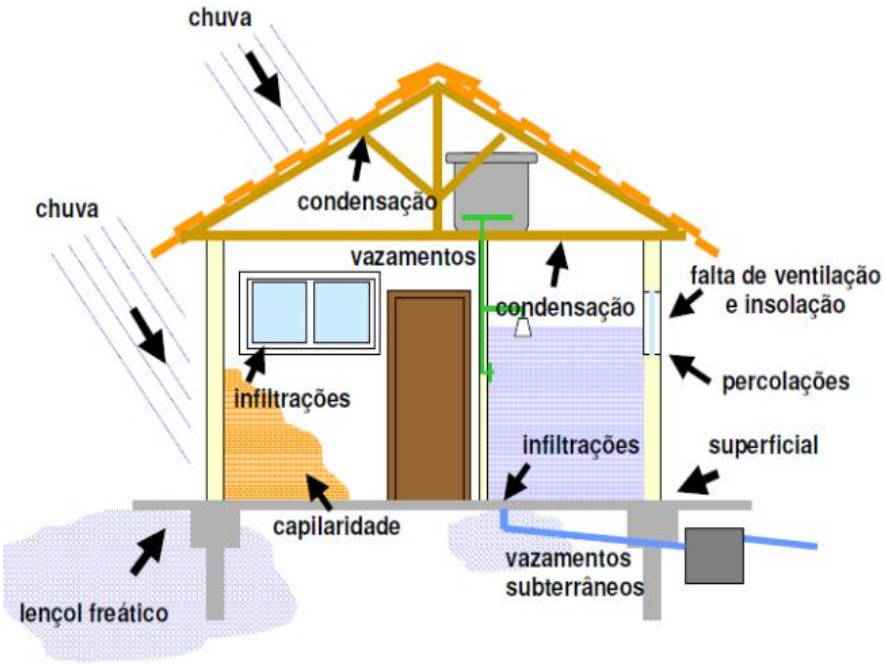
Na visão de Pirondi (1988), mesmo tendo papel importante para o ciclo da vida, a água gera muitos fatores prejudiciais as construções humanas. As estruturas já possuem uma exposição natural quanto as condições climáticas, logo, essa presença

água tende a desgastar a vida útil das edificações. Por tanto, se faz necessário, criar mecanismos que barrem a sua entrada, com resistências adequadas a cada cenário.

Quanto aos agentes que auxiliam no declínio das estruturas, “a presença de água é responsável por grande parte dos danos verificados em edificações, tanto nas históricas como nas contemporâneas, sendo o principal veículo para alguns mecanismos de deterioração”. (LERSCH, 2003, p. 68).

De acordo com Perez (1985), entre os problemas mais difíceis de consertar na construção civil, a umidade é a pior de todos. A sua presença nas edificações ocasiona deterioramento das construções de forma imediata, gerando uma alta onerosidade quanto as soluções. Na Figura 1 consta as ações da umidade em uma construção.

Figura 1 - Ação da umidade sobre as construções



Fonte: Pozzobon (2007, apud Schönardier 2009, p.22).

2.2.1 Mecanismos de transporte da umidade

Do ponto de vista de Rodrigues (2014), os fatores responsáveis pelo transporte da umidade, são classificados em higroscopicidade, porosidade do material e capilaridade.

2.2.1.1 Higroscopicidade

Para Lersch (2003), quanto a higroscopidade, sua definição está ligada ao teor mínimo de umidade que pode estar presente em um material poroso. Entre as principais características da higroscopicidade, consta a “capacidade de fixar moléculas de água por adsorção e de as restituir ao ambiente em que se encontra, em função das variações de temperatura e da humidade relativa do mesmo”. (TEIXEIRA, 2007, p. 153).

2.2.1.2 Porosidade

Na construção civil existem vários materiais porosos, “como os tijolos ou o concreto, que têm uma microestrutura caracterizada pela presença de um sistema de poros de várias dimensões, através dos quais podem penetrar as substâncias presentes no ambiente”. (BERTOLINI, 2010, p. 36).

2.2.1.3 Capilaridade

De acordo com Allen e Iano (2013), a capilaridade é a ação da tensão superficial, que absorve a água para o interior dos materiais através das suas aberturas. O avanço da água nas estruturas das edificações resulta dos “vasos capilares pequenos que permitem a água subir até o momento que entra em equilíbrio com a força da gravidade”. (FEILDE, 2003 apud QUEIRUZ, 2007).

2.2.2 Classificação quanto aos tipos de umidade

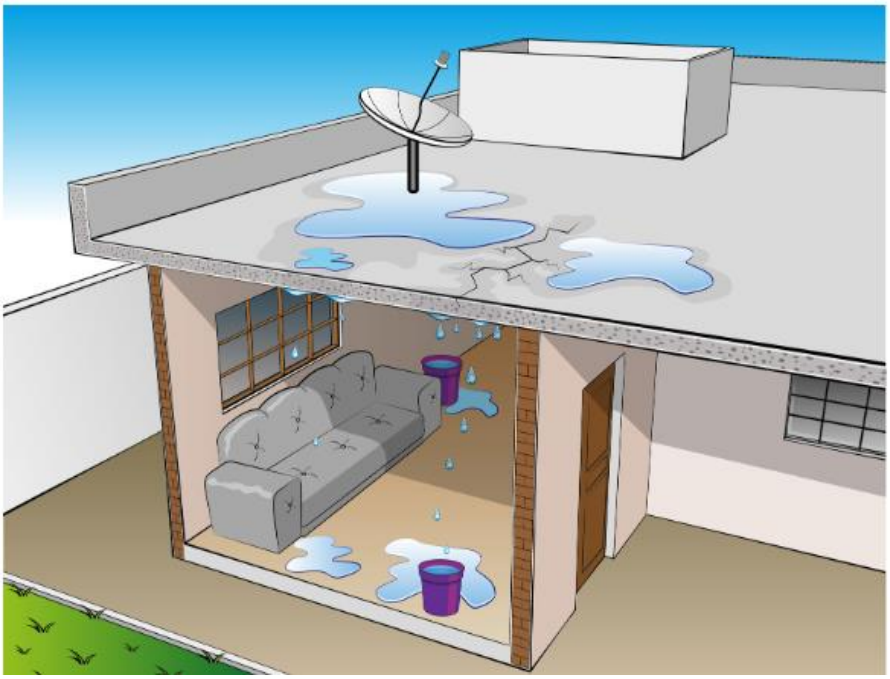
Na visão de Siqueira (2003) o surgimento de umidade nas edificações poder estar ligado por diferentes mecanismos, entre eles:

a) Umidade de infiltração;
b) Umidade ascensional;
c) Umidade por condensação;
d) Umidade de obra;
e) Umidade acidental.

2.2.2.1 Umidade de infiltração

A umidade de infiltração “é a penetração direta de água no interior das construções, ocasionando danos aos elementos construtivos da edificação” (LAGE, 2012, p. 18) conforme destacado na Figura 2.

Figura 2 - Umidade de infiltração



Fonte: Correa, 2018, p. 17

De acordo com Righi (2009), a umidade é transferida das áreas externas para as internas através das fissuras das estruturas, devido à alta absorção dos materiais quanto a umidade. Também pode estar associado as execuções inadequadas dos elementos construtivos, correlacionados as águas da chuva e ventos que aumentam a pressão de infiltração nestes meios.

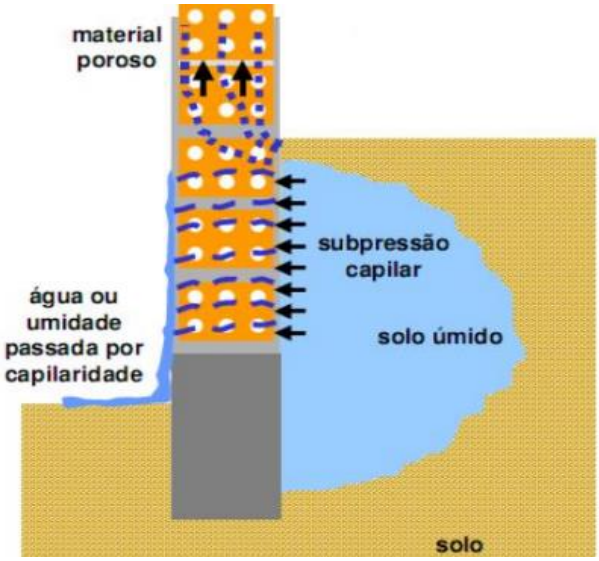
Na visão de Lersch (2003), quanto a umidade de infiltração destaca-se aspectos importantes e necessários a serem observados:

> a) As condições climáticas locais, como direção e intensidade do vento, além das precipitações;
> b) Detalhes construtivos das fachadas, como pingadeiras e molduras, que protegem as juntas, janelas, portas e paredes;
> c) Estanqueidade à água dos componentes como janelas e portas, e dos elementos, como paredes e sistemas de pintura;
> d) Programa de manutenção e avaliação do desempenho da edificação, ao longo do tempo, através da análise da durabilidade das soluções empregadas. (LERSCH, 2003, p. 71).

2.2.2.2 Umidade ascensional

A umidade ascensional ocorre “devido ao fluxo ascendente da água, através do fenômeno de capilaridade, onde o fluxo ocorre por pequenos canais na microestrutura dos materiais”. (SOARES, 2014, p. 20). Na Figura 3 é possível visualizar o fluxo da água que percorre do solo até a estrutura do material em si.

Figura 3 - Umidade ascendente

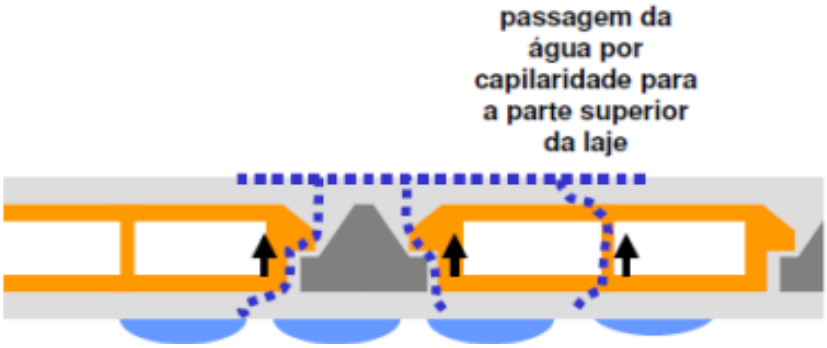


Fonte: Pozzobon (2007 apud Schönardier 2009, p.19).

2.2.2.3 Umidade por condensação

Segundo Lage (2012), a umidade de condensação ocorre quando o ar saturado de umidade encontra superfícies frias, como as paredes, o chão ou os móveis. Essa água condensa e, com o tempo, torna-se uma camada de umidade que pode chegar a atingir vários centímetros de espessura da edificação demostrado na Figura 4.

Figura 4 - Umidade de condensação



Fonte: Pozzobon (2007 apud Schönardier 2009, p.21).

2.2.2.4 Umidade de obra

A umidade incorporada durante o processo de construção “é a quantidade de umidade presente em uma edificação após o término das atividades da obra, a qual tende a desaparecer gradualmente”. (LERSCH, 2003, p. 72). A fim de esclarecer o seu conceito, Queruz (2007) traz um exemplo de umidade da construção:

> O exemplo mais comum desse tipo de situação é a umidade contida nas argamassas de reboco que, logo após executadas, transferem o excesso de umidade para a parte interna das alvenarias, necessitando de um prazo maior do que o da cura do próprio reboco para entrar em equilíbrio com o ambiente em que está situada. (QUERUZ, 2007, p. 89)

2.2.2.5 Umidade acidental

Na opinião de Righi (2009), a umidade acidental é ocasionada por irregularidades nos sistemas de tubulações, envolvendo águas pluviais, potável e esgoto que originam infiltrações conforme Figura 5. Quanto as construções mais antigas “deve-se tratar com grande importância as manutenções preventivas, para não haver a possibilidade do surgimento de vazamentos devido o tempo de vida desses materiais já terem excedidos”. (SIQUEIRA, 2018, p. 27).

Figura 5 - Umidade acidental

Fonte: Siqueira, 2018, p. 26

2.3 PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES

De acordo com Souza e Ripper (2009), na engenharia civil, a análise das anomalias que acometem as estruturas, envolvendo a pesquisa de origem, causas e mecanismos de ação dos agentes envolvidos é realizada pela patologia das construções.

Em relação a definição do termo patologia das estruturas, entende-se como, “a área responsável pelo estudo das origens, formas de manifestação e consequências, bem como dos mecanismos responsáveis pela ocorrência dos defeitos em construções civis”. (WEIMER, THOMAS E DRESCH, 2018, p. 14).

Conforme França et al. (2011), existe um grande equívoco quanto ao uso das palavras, patologia ou manifestação patológica entre leigos e técnicos, sendo constantemente usada a palavra patologia para definir o que é na verdade intitulado de manifestação patológica. Em definições adequadas, entre esse comparativo, “a manifestação patológica é a expressão resultante de um mecanismo de degradação e a patologia é uma ciência formada por um conjunto de teorias que serve para explicar o mecanismo e a causa da ocorrência de determinada manifestação patológica”. (FRANÇA et al., 2011, p. 04).

2.3.1 Manifestações patológicas

De acordo com Lichtenstein (1985), as manifestações patológicas estão presentes nas construções, seja de forma mínima ou vasta, podendo oscilar no seu surgimento. Segundo o autor, as manifestações podem ser consideradas como simples, se forem diagnosticadas precocemente ou complexas, que envolvem situações em fases mais avançadas e/ou associadas a outras patologias, que podem gerar riscos expressivos aos componentes estruturais das edificações. Os principais problemas patológicos, salvo raras exceções:

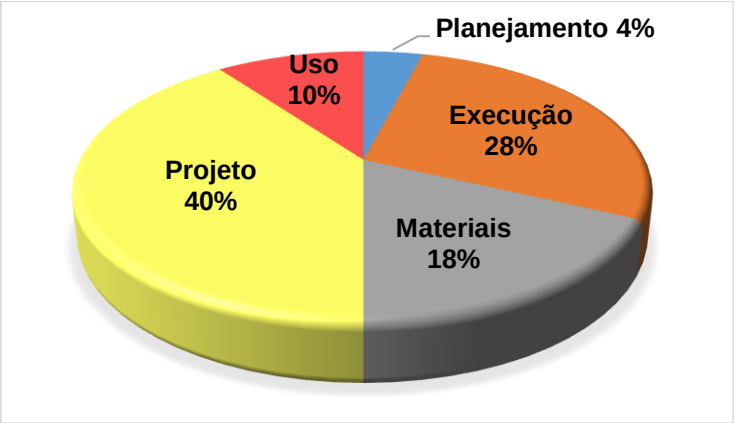
> Apresentam manifestação característica, a partir da qual se pode deduzir qual a natureza, a origem e os mecanismos dos fenômenos envolvidos, assim como pode-se estimar suas prováveis consequências. Esses sintomas, também denominados de lesões, danos, defeitos ou manifestações patológicas, podem ser descritos e classificados, orientando um primeiro diagnóstico, a partir de minuciosas e experientes observações visuais. (HELENE, 1992, p. 19).

Existem algumas definições sobre os termos que podem ser utilizados na construção civil para classificar as manifestações patológicas:

> **Profilaxia:** é o conjunto de precauções que devem ser tomadas para evitar uma manifestação patológica e a sua propagação.
> **Diagnóstico:** é a classificação do problema, ou seja, a identificação da causa, da origem e do mecanismo responsável pela manifestação patológica.
> **Prognóstico:** é a previsão de evolução do problema, com base no diagnóstico e na terapia, com relação ao progresso da manifestação patológica.
> **Terapia:** é o tratamento e a correção de uma manifestação patológica.
> **Anamnese:** é a informação sobre o princípio e a evolução de uma manifestação patológica, de modo a relembrar todos os fatos que podem estar relacionados ao problema. (WEIMER, THOMAS E DRESCH, 2018, p. 14).

Conforme Helene (1992), o desenvolvimento das construções envolve cinco etapas, entre elas, planejamento, projeto, materiais, execução e uso. As manifestações patológicas podem surgir em qualquer fase do processo construtivo, mas existe uma tendência maior a ocorrer nas etapas do planejamento e projeto, conforme Gráfico 1.

Gráfico 1 - Etapas com maiores tendências a manifestações patológicas



Fonte: Helene ,1998

2.4 PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

As construções com o passar dos anos “sofrem degradação ao longo do tempo, sendo esse, um processo natural responsável pela redução do seu desempenho, e consequentemente da sua vida útil”. (SANTOS, SILVA E NASCIMENTO, 2017, p. 02). Ainda de acordo com os autores, as principais manifestações patológicas são:

fissuras, umidade, eflorescência, carbonatação e corrosão das armaduras. A seguir serão descritas as principais manifestações patológicas citadas acima.

2.4.1 Fissuras

De acordo com Oliveira (2012), as manifestações patológicas envolvendo fissuras, trincas e rachaduras são observadas em alvenaria, vigas, pilares, lajes, pisos, entre outros elementos. De acordo com o autor, esse processo é causado, geralmente pelas tensões que atuam sobre os materiais, desta forma, sendo obrigados a desempenhar uma força maior que sua capacidade.

Quanto a definição de fissura, “é o estado em que um determinado objeto, ou parte dele apresenta abertura bem finas, alongadas e superficiais, com aberturas até o máximo de 0,5 milímetros”. (PINA, 2013, p. 51).

Na visão de Ferrreira (2020), as fissuras possuem as suas identificações com base em três níveis, quanto a sua variação da abertura, quanto a sua atividade e quanto a forma de manifestar. Para Oliveira (2012), as aberturas são classificadas conforme as suas dimensões destacadas na Tabela 01.

Tabela 1 - Classificação das aberturas

PATOLOGIA	ABERTURA
Fissura	≤ 0,5 (mm)
Trinca	0,5 ≤ e ≤ 1,5 (mm)
Rachadura	1,5 ≤ e ≤ 5,0 (mm)

Fonte: Adaptada de Oliveira, 2012

Conforme a NBR 15575-2 (2013), as fissuras podem ser classificadas conforme a sua atividade, podendo ser ativa ou passiva. As fissuras ativas apresentam uma variação da abertura em função dos movimentos de variações térmicas, entre outros. Já as fissuras passivas se caracterizam pela estagnação da abertura, não havendo alteração em sua abertura.

Para Duarte (1998), as fissuras podem ser classificadas de acordo com sua forma, sendo isoladas ou disseminadas. As fissuras isoladas ou geométricas podem surgir tanto em elementos da alvenaria, como blocos e tijolos, quanto em juntas de assentamentos. Já as fissuras disseminadas ou mapeadas são mais comuns em

revestimentos e surgem devido a retração das argamassas, excesso de finos no traço ou desempenamento em demasia.

De acordo com Thomaz (2020), é possível classificar os mecanismos causadores de fissuras em movimentações térmicas, sobrecarga ou concentração de tensões, deformabilidade excessiva das estruturas, recalque das fundações e retração de produtos.

2.4.1.1 Fissuras causadas por variação térmica

As variações de temperatura do ambiente impactam diretamente na instabilidade dos materiais da construção, essas movimentações térmicas estão relacionadas diretamente:

> Com as propriedades físicas do mesmo e com a intensidade da variação da temperatura, a magnitude das tensões desenvolvidas é função da intensidade da movimentação, do grau de restrição imposto pelos vínculos a esta movimentação e das propriedades elásticas do material.
> (VALLE, 2008, p. 18).

As fissuras causadas por movimentações térmicas ocorrem:

> Com a variação da temperatura durante o dia, os componentes de uma construção sofrem movimentação de dilatação ou contração. Essas variações produzem variação dimensional nos materiais de construção (dilatação ou contração); estes movimentos de dilatação e contração são restringidos pelos diversos vínculos que envolvem os elementos e componentes, desenvolvendo-se nos materiais, por este motivo, tensões que poderão provocar o surgimento de fissuras. (OLIVEIRA, 2012, p. 10).

Para Thomaz (2020), essas aberturas de origem térmica surgem através da movimentação diferenciada entre os segmentos de uma estrutura, entre um sistema de elementos e entre regiões distintas de um material. As principais movimentações diferenciadas ocorrem em razão de:

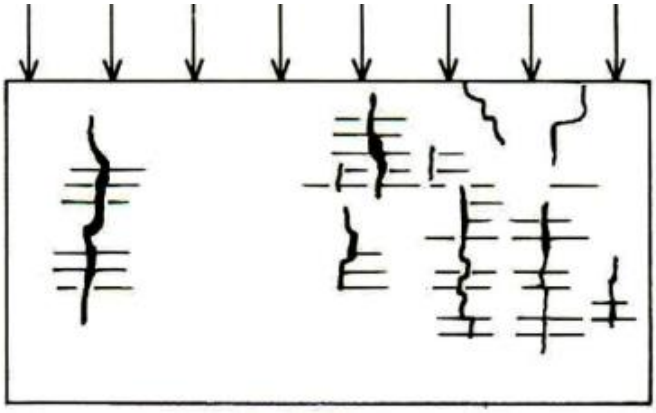
> • Junção de materiais com diferentes coeficientes de dilatação térmica sujeitos às mesmas variações de temperatura;
> • Exposição de elementos a diferentes solicitações térmicas;
> • Gradiente de temperaturas ao longo de um mesmo componente.
> (THOMAZ, 2020, p. 15).

2.4.1.2 Fissuras causadas por atuação de sobrecargas

Para Helene (1992), as fissuras causadas por carregamentos ou sobrecargas nas edificações está vinculado a incapacidade de resistência a ação das tensões, que podem ser provenientes de erros nas etapas de concepção do projeto estrutural, falhas de execução, sobrecarga ou carga adicional, entre outros.

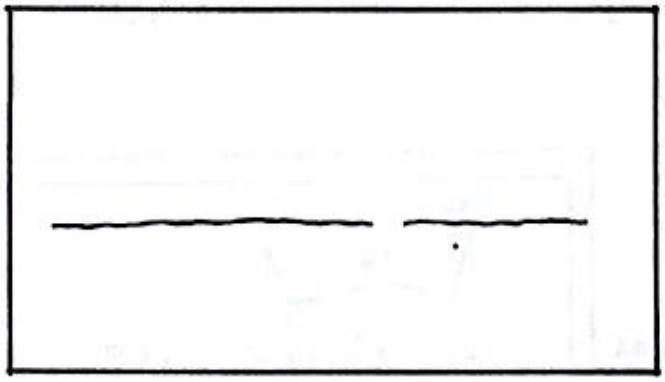
Para Thomaz (1989), em trechos constantes de alvenarias, onde tenha a sobrecarga uniformemente distribuídas, surgem dois tipos de fissuras, a primeira chamada de aberturas verticais, conforme Figura 6, “provenientes da deformação transversal da argamassa sob ação das tensões de compressão, ou da flexão local dos componentes de alvenaria” (THOMAZ, 1989, p. 63). O segundo denominado de aberturas horizontais, conforme Figura 7, “provenientes da ruptura por compressão dos componentes da alvenaria ou da própria argamassa de assentamento, ou ainda de solicitações de flexocompressão da parede. (THOMAZ, 1989, p. 63).

Figura 6 - Fissuração típica da alvenaria causada por sobrecarga vertical



Fonte: Thomaz, 1989

Figura 7 - Fissura horizontal na alvenaria devido à sobrecarga.



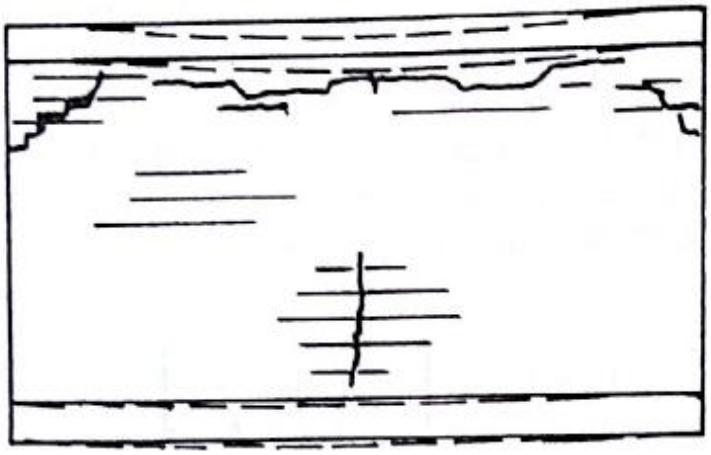
Fonte: Thomaz, 1989

2.4.1.3 Fissuras causadas por deformabilidade excessiva das estruturas

Para Thomaz (1989), devido aos avanços tecnológicos do concreto armado foi possível construir edificações mais flexíveis, muito vinculado ao aumento da elasticidade do aço, melhora nos processos de qualidade do cimento e metodologia mais refinados quanto aos cálculos. No entanto, na percepção do autor essa flexibilidade torna o elemento ainda mais suscetível as deformações conforme Figura 8 e suas respectivas consequências:

> Não se tem observado, em geral, problemas graves decorrentes de deformações causadas por solicitações de compressão (pilares), cisalhamento ou torção; a ocorrência de flechas em componentes fletidos tem causado, entretanto, repetidos e graves transtornos aos edifícios, verificando-se, em função da deformação de componentes estruturais, frequentes problemas de compressão de caixilhos, empoçamento de água em vigas-calha ou lajes de cobertura, destacamento de pisos cerâmicos e ocorrência de trincas em paredes. (THOMAZ, 1989, p. 69).

Figura 8 - Aberturas em parede de vedação: deformação do suporte inferior a deformação da viga superior



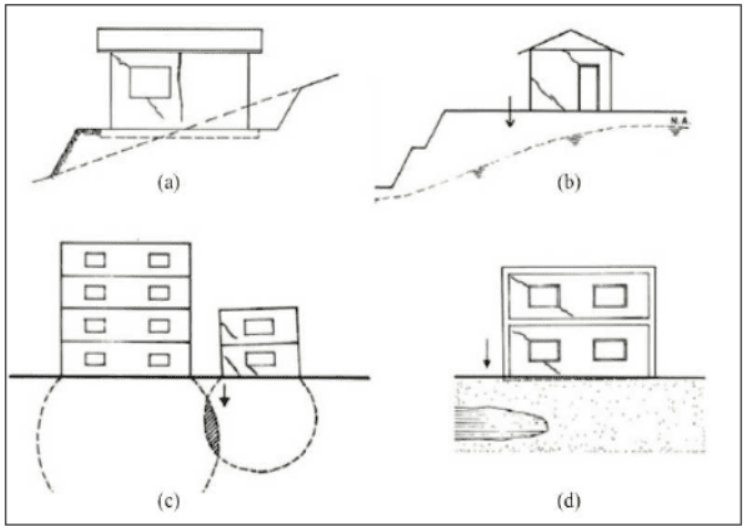
Fonte: Thomaz, 1989

2.4.1.4 Fissuras causadas por recalque das fundações

Para Leys e Soares (2022), entre os problemas oriundos das manifestações patológicas geradores de fissuras no contexto geral, o mais preocupante é recalque diferencial em fundações. Esse tipo de deterioração pode comprometer a estrutura da edificação e gerar outros tipos de danos com o passar do tempo. Na visão de Thomaz (2020), as fissuras advindas do recalque de fundações possuem como característica marcante, a sua orientação inclinada para o local onde ocorreu o maior recalque, conforme Figura 9.

Em relação ao recalque de fundação, durante as etapas construtivas da obra ou até mesmo após a sua conclusão está “sujeita a deslocamentos verticais, lentos, até que o equilíbrio entre o carregamento aplicado e o solo seja atingido”. (SOUZA E RÍPPER, 1998, p. 49). Na visão de Souza (2009), os recalques são gerados por falhas na interação solo e estrutura, que podem ocorrer nas etapas de projeto, execução ou utilização. Devido a esses movimentos, acontecem variações nas cargas dos elementos de alvenaria, ocasionando o surgimento de fissuras.

Figura 9 - Fatores que causam recalques diferenciais em fundações



Fonte: Thomaz, 2022

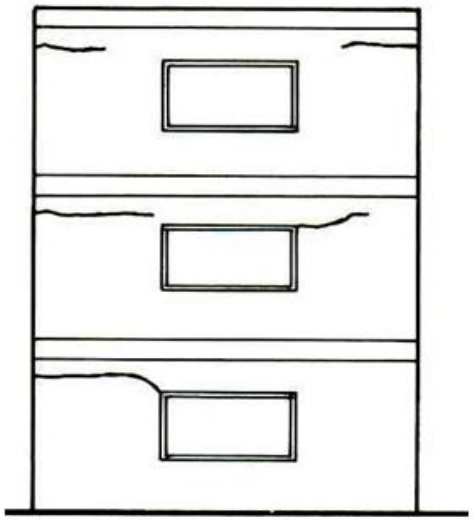
De acordo com Magalhães (2004), existem algumas causas que contribuem para o recalque do solo e consequentemente o surgimento das fissuras nas edificações, como, influência de vegetação ou tubulação adjacente, ação de cargas do entorno, rebaixamento do lençol freático, falta de homogeneidade do solo, carga de trabalho acima da admissível do solo ou de camadas inferiores, condições diferenciadas de apoio e carga, erosão, escavação, inundações, vibrações, terremotos, entre outros.

2.4.1.5 Fissuras causadas por retração de produtos à base de cimento

Segundo Thomaz (2022), as fissuras oriundas dessa manifestação patológica ocorrem pela retração de produtos à base de cimento, como paredes de alvenaria, juntas de argamassa, blocos de concreto, lajes, vigas, conforme Figura 10. Para

Helene (1992), as fissuras que surgem da retração ocorrem devido à perda de água do elemento, associado ao excesso de calor de hidratação e vinculados a uma ineficiência na proteção térmica do componente, gerando assim tensões de tração. Para Duarte (1998), esse tipo de fissura quando identificada na argamassa de assentamento pode estar relacionada aos fatores, relação água/cimento, espessura da areia e pelo uso de incorporador de ar.

Figura 10 - Fissuras horizontais em cantos superiores dos caixilhos ou logo abaixo das lajes



Fonte: Thomaz, 2022

Na visão de Thomaz (2000), nas construções devido a necessidade de um material com alta trabalhabilidade, é comum o uso em excesso de água, o que intensifica o processo de retração. Na percepção do autor, é importante distinguir os três tipos de formas de retração que ocorrem em produtos cimentícios:

> **Retração química:** a reação química entre o cimento e a água se dá com redução de volume, devido as grandes forças interiores de coesão, a água combinada quimicamente (22 a 32%) sofre uma contração de cerca de 25% de seu volume original;
> **Retração de secagem:** a quantidade excedente de água, empregada na preparação do concreto ou argamassa, permanece livre no interior da massa, evaporando-se posteriormente; tal evaporação gera forças capilares equivalentes a uma compressão isotrópica da massa, produzindo a redução do seu volume;
> **Retração por carbonatação:** a cal hidratada liberada nas reações de hidratação do cimento reage com o gás carbônico presente no ar, formando carbonato de cálcio; esta reação é acompanhada de uma redução de volume, gerando a chamada retração por carbonatação. (THOMAZ, 1989, p. 103).

De acordo com Magalhães e Oliveira (2017), a retração acontece pelo processo de redução de volume na massa do concreto, que ocorre especialmente pela extinção de água que advém da sua migração até a superfície do material. Na visão do autor, existem outros tipos de retrações:

> Retração plástica (perda de água no concreto em seu estado fresco), retração hidráulica (perda de água do concreto em seu estado endurecido), retração química (uma perda de volume, na fase de hidratação do cimento, devido a diferença entre os volumes dos materiais), retração autógena (eliminação da água através dos poros capilares do concreto, reduzindo seu volume após a hidratação do concreto) e retração térmica (provocada pela variação de volume devido à expansão do concreto durante a hidratação (que libera calor) e redução de volume quando ocorre o resfriamento).
> (MAGALHÃES E OLIVEIRA, 2017, p. 27).

2.4.2 Mofo ou bolor

De acordo com Kachuki (2021), entre as manifestações patológicas, o mofo ou bolor possuem os maiores problemas das construções durante a vida útil, sendo esse processo deletério correlacionado a problemas de umidade e infiltração.

Na visão de Montecielo e Edler (2016), o mofo ou bolor são manchas que de costume aparecem sobre a superfície e por se tratar de seres vivos, como fungos, algas e bactérias, se proliferam em condições ideais, como em locais com pouca iluminação, ventilação, temperatura e ambiente úmidos. As Figuras 11 e 12 apresentam exemplos de manifestações patológicas de mofo ou bolor em um ambiente interno e externo.

Figura 11 - Mofo e bolor em paredes

Fonte: Fonseca e Rocha, 2021

Para Carminatti (2016), os fungos podem crescer independentemente do tipo de material, como vidro, madeira, alvenaria, entre outros e se alimentam não somente do material, mas também de compostos depositados com a poeira.

Na visão de Yazigi (2009), o mofo é perceptível nas superfícies das paredes e que seu crescimento está associado a presença de água no ambiente. Para o autor essa manifestação patológica está vincula a umidade ascensional, infiltração, umidade de condensação de vapor de água, umidade de obra, entre outros.

Figura 12 - Mofo e bolor em fachadas

Fonte: Antunes, 2010

2.4.3 Eflorescência

Para Granato (2002), a manifestação patológica denominada de eflorescência, é vista como a formação de depósitos salinos, através da infiltração e exposição a intempéries de alguns insumos usados nas construções, como argamassas, concretos, blocos, tijolos de alvenaria, entre outros.

De acordo com Uemoto (1988), a eflorescência é extremamente visível nas edificações, impactando diretamente no aspecto estético, conforme Figura 13. Na percepção do autor, essa manifestação patológica ocorre devido ao acúmulo de três fatores importantes que são, o teor de sais solúveis presentes na composição dos materiais, a presença de água e a diferença de pressão que proporciona a migração da solução para a superfície. O fenômeno não ocorrerá, caso não esteja presente as três condições citadas pelo autor.

Figura 13 - Eflorescência no encontro entre vigas

Fonte: Souza, 2008

Conforme descrito por Bauer (2019), no Quadro 02 são indicados os sais mais comuns nos casos de eflorescências, bem como a sua solubilidade em água e fonte provável.

Quadro 2 - Sais comuns em eflorescência

Composição química	Fonte provável	Solubilidade em água
Carbonato de cálcio	Carbonatação da cal lixiviada da argamassa ou concreto	Pouco solúvel
Carbonato de magnésio	Carbonatação da cal lixiviada da argamassa de cal não carbonatada	Pouco solúvel
Carbonato de potássio	Carbonatação dos hidróxidos alcalinos de cimentos com elevado teor de álcalis	Muito solúvel
Carbonato de sódio	Carbonatação dos hidróxidos alcalinos de cimentos com elevado teor de álcalis	Muito solúvel
Hidróxido de cálcio	Cal liberada na hidratação do cimento	Solúvel
Sulfato de magnésio	Água de amassamento	Solúvel
Sulfato de cálcio	Água de amassamento	Parcialmente solúvel
Sulfato de potássio	Agregados, água de amassamento	Muito solúvel
Sulfato de sódio	Agregados, água de amassamento	Muito solúvel
Cloreto de cálcio	Água de amassamento, limpeza com ácido muriático	Muito solúvel
Cloreto de magnésio	Água de amassamento	Muito solúvel
Cloreto de alumínio	Limpeza com ácido muriático	Solúvel
Cloreto de ferro	Limpeza com ácido muriático	Solúvel

Fonte: Bauer, 2019

Na visão de Bauer (2019), a presença de água como fator acumulativo pode ser observado em diferentes lugares nas construções, como, umidade do solo, água da chuva, aberturas ou fissuras de vazamentos de tubulações de água ou esgoto, entre outros. Para o autor quanto ao último fator concomitante, a pressão hidrostática compõe o transporte de água por meio dos materiais e por consequência a cristalização dos sais solúveis na superfície. Ocorrem com base nestas situações, através da capilaridade, infiltração em aberturas, percolação da gravidade, condensação de vapor de água dos elementos estruturais ou através do efeito casado destas causas.

2.4.4 Carbonatação

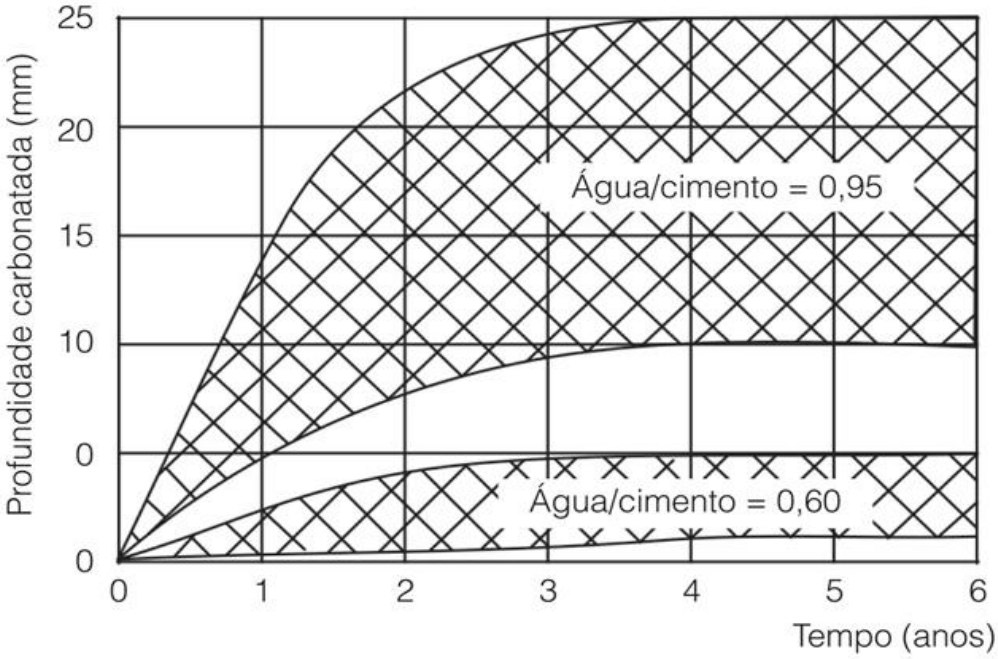
Na visão de Cadore (2008), a carbonatação é uma manifestação patológica provocada por um processo físico-químico que controla a fase líquida presente na composição do concreto, repleta de hidróxido de cálcio e de outros materiais alcalinos.

Quanto a definição de carbonatação:

> O concreto, quando exposto aos gases como o gás carbônico (CO2), o dióxido de enxofre (SO2) e o gás sulfídrico (H2S), pode ter reduzido o pH da solução existente nos seus poros. A alta alcalinidade da solução intersticial devido, principalmente, à presença do hidróxido de cálcio, Ca (OH)2, oriundo das reações de hidratação do cimento, também poderá ser reduzida. Tal perda de alcalinidade, em processo de neutralização, por ação, principalmente, do CO2 (gás carbônico), que transforma os compostos do cimento em carbonatos, é um mecanismo chamado carbonatação.
> (RIBEIRO et al., 2020, p. 126).

De acordo com Ribeiro et al. (2020), a profundidade de carbonatação, dada em milímetros, cresce de forma rápida, na fase inicial, mas perde velocidade com o passar dos anos de acordo com a Figura 14. Essa tendência de constância está associada a hidratação crescente do cimento que aumenta com a compactação do concreto.

Figura 14 - Variação da carbonatação em função do tempo e da relação água/cimento



Fonte: Ribeiro et al, 2020

2.4.5 Corrosão das armaduras

De acordo com Weimer, Thomas e Dresch (2018), a corrosão das armaduras é uma das principais patologias encontradas nas estruturas de concreto armado. A Figura 15 apresenta um exemplo de corrosão das armaduras de concreto. Segundo Souza (2021), os principais erros que podem estar associados a essa patologia, são as falhas de execução na montagem/desmontagem das fôrmas, cura do concreto, preparação das armaduras, mão de obra desqualificada, entre outros.

Para Souza e Ripper (2009), a corrosão das armaduras pode ser vista como a deterioração da película protetora presente ao redor das barras de aço que garante o aspecto inoxidável do aço. Desta forma, essa camada defensora garante a proteção física entre o aço e o meio externo. Quanto a definição de corrosão das armaduras:

> É um processo eletroquímico, em que um potencial elétrico é formado pela barra de aço e um eletrólito, o qual é um condutor elétrico e corresponde ao meio aquoso existente no concreto. A diferença de potencial é gerada quando os átomos de ferro da barra de aço entram em contato com o meio aquoso e se oxidam, transformando-se em íons de ferro. Esses íons positivos se locomovem em direção a íons negativos, formando uma célula (pilha) de corrosão no meio do concreto armado. Dessa forma, a geração de corrente elétrica se dá pela passagem de íons do ânodo para o cátodo, pelo meio aquoso, e do cátodo para o ânodo, pela diferença de potencial, promovendo a corrosão das barras de aço. (WEIMER, THOMAS E DRESCH, 2018, p. 46).

Figura 15 - Processo de corrosão em estruturas de concreto armado

Fonte: Batista, 2022

Segundo Bauer (2019), o processo de corrosão das armaduras abrange três estágios:

> **Iniciação:** período em que o aço ainda não apresenta manifestação do fenômeno de corrosão das armaduras, mas o meio onde o metal está inserido está sofrendo transformações que propiciam a manifestação do fenômeno, como, por exemplo, penetração de agentes agressivos (íons cloreto e dióxido de carbono). A duração deste estágio depende das características do concreto, como permeabilidade, difusibilidade, porosidade, cobrimento das armaduras. etc.
> **Propagação:** período em que a armadura imersa no concreto desenvolve as reações de corrosão. Os fatores que controlam este estágio são os relacionados com a cinética da reação, assim como características do concreto que podem influenciar nessa velocidade, como resistividade e heterogeneidades.
> **Estágio final:** na realidade, não é um período de desenvolvimento do processo, mas uma constatação de que a estrutura apresenta um estágio tal de deterioração que pode ser caracterizado como perda da capacidade portante da estrutura, ou seja, final de vida útil. (BAUER, 2019, p. 491).

2.5 DIAGNÓSTICO E MÉTODOS DE CORREÇÕES DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

De acordo com Weimer, Thomas e Dresch (2018), as construções possuem diversos fatores que contribuem para sua degradação, sendo importante adotar mecanismos de correções. No entanto, antes de qualquer intervenção deve-se identificar o estado de conservação das estruturas, quais os problemas existentes e sua magnitude a fim de utilizar os meios adequados e eficazes. Para isso, é

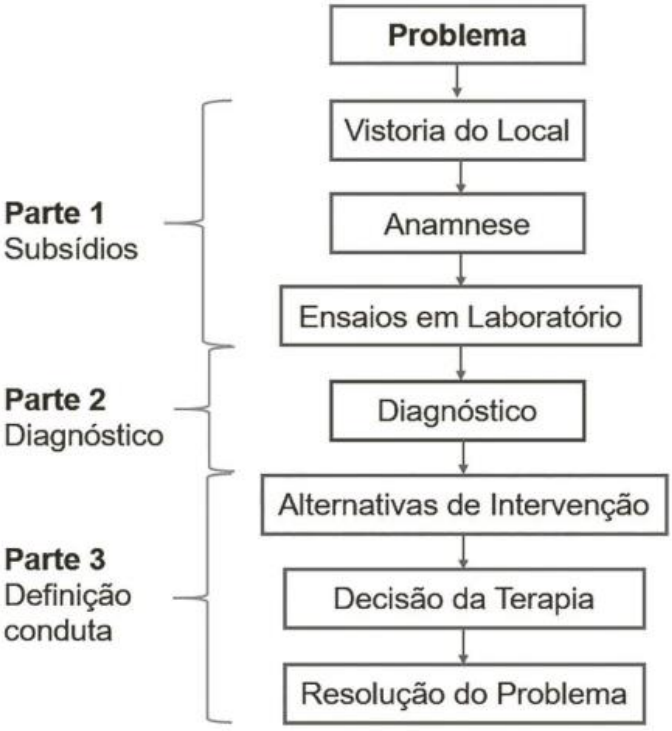
extremamente necessário conhecer as ferramentas de coleta de dados e de diagnóstico das patologias das edificações, com o intuito de localizar corretamente as anomalias nas construções e aplicar as adequações necessárias.

2.5.1 Técnicas de diagnóstico

Na visão de Ferreira (2010), quando um imóvel apresenta um agregado de manifestações patológicas, não é adequado partir diretamente para a etapa de intervenção, sem um estudo de diagnóstico. Essa fase é conhecida pelo conjunto de procedimentos que compõem os dados relativos à construção constituída por uma avaliação do estado de conservação, segurança e indicação das causas prováveis das avarias nas edificações. Para o autor, esse diagnóstico precisa contemplar situações como, os sintomas, a origem, as causas e consequências do evento.

Conforme descrito por Lichtenstein (1986), existe uma metodologia que auxilia no diagnóstico das manifestações patológicas de forma simples e objetiva identificada na Figura 16, que é dividida em três etapas, levantamento de subsídios, diagnóstico da situação e definição de conduta.

Figura 16 - Fluxograma para a resolução de patologias da construção civil



Fonte: Adaptada de Cremonini,1988

Quanto as definições das etapas de levantamento de subsídios, diagnóstico da situação e definição de conduta, destaca-se:

> **Levantamento de subsídios:** É a etapa na qual as informações essenciais e suficientes para o entendimento completo das manifestações patológicas são organizadas. Dessa forma, consiste em acumular o maior número de informações necessárias, que levarão ao entendimento dos fenômenos que estão acontecendo. Essas informações são obtidas de três formas: vistoria do local, anamnese, e exames e pesquisas complementares.
> **Diagnóstico da situação:** Identificação da natureza e origem dos defeitos, ou seja, trata-se das múltiplas relações de causa e efeito e do entendimento dos principais motivos de ocorrência, a partir de dados conhecidos
> **Definição de conduta:** É a etapa que tem como objetivo prescrever o trabalho a ser executado para resolver o problema, incluindo a definição sobre os meios e a previsão das consequências em termos do desempenho final. (WEIMER, THOMAS E DRESCH, 2018, p. 152).

2.5.2 Métodos de correções

De acordo com Helene (1992), a etapa de correção também conhecida por terapia, tem a função de solucionar os eventos deletérios das manifestações patológicas. No entanto, para que as medidas desta etapa obtenham êxito, é indispensável o diagnóstico adequado citado na etapa anterior. Para o autor, a escolha das técnicas e produtos a serem utilizados nessas intervenções precisam levar em conta alguns aspectos, como a investigação do problema, as características da região e as exigências de funcionamento do elemento.

2.5.2.1 Fissuras

Na visão de Montecielo e Edler (2016), as aberturas que possuem características, como rasas, estreitas e sem continuidade, conforme figura 17, são oriundas da má qualidade da argamassa fina e a falta de tempo para a hidratação da cal antes da aplicação do reboco. Para os autores, o tratamento adequado consiste em:

> Raspar/escovar a superfície, eliminando as partes soltas, poeiras, manchas de gordura, sabão ou mofo. Em áreas externas o hidro jateamento é recomendado; aplicar uma demão de fundo preparador para paredes, diluído de acordo com o fabricante; aplicar três demãos de restaurador de fachada, ou de outro produto similar na diluição indicada pelo fabricante, aplicando em seguida o acabamento. Uma alternativa é aplicar duas demãos de tinta elastomérica, diluída conforme o recomendado pelo fabricante e em seguida aplicar o acabamento. (MONTECIELO E EDLER, 2016, p. 04).

Figura 17 - Fissura horizontal

Fonte: Montecielo e Edler, 2016

De acordo com Corsini (2010), os primeiros passos para reabilitar uma fissura é encontrar a causa do problema. Quando a abertura é de origem estrutural, demanda de uma análise mais complexa e os casos que é mais superficial carece de uma recuperação usual. Para o autor o processo de recuperação é realizado da seguinte forma:

> **Preparação da superfície:**
> - A fissura foi aberta em um perfil em forma de “V”, por meio de disco de corte, para apresentar aproximadamente 1,0 cm de profundidade e 1,0 de largura;
> - O acabamento da parede foi removido em uma faixa de cerca de 20 cm em torno da fissura contados 10 cm para cada lado, até atingir o reboco, para remover todo o sistema de pintura existente (massa acrílica e tinta);
> - Com um pincel, eliminou-se todo o pó da fissura aberta, bem como das faixas laterais.
>
> **Fundo:**
> - Se necessário (caso o substrato não tiver coeso), é aplicado um fundo preparador de paredes. O produto é aplicado com trincha na fissura e nas faixas laterais.
>
> **Tratamento da fissura:**
> - Preenche-se a fissura com duas demãos de selante acrílico por meio de aplicador. Utilizou-se uma espátula nessa aplicação, para que o material fosse bem compactado no interior da fissura;
> - Em seguida, foi necessário aguardar 48 horas, no mínimo, para secagem entre demãos;
> - Aguardou-se o intervalo de 24 horas para secagem da última demão do selante;
> - Uma farta demão de impermeabilizante acrílico foi aplicada, diluído com 10% de água, sobre a fissura;
> - Foi necessário aguardar seis horas;
> - Uma segunda demão de impermeabilizante acrílico foi aplicada, da mesma forma que no item anterior, fixando-se, nessa etapa, uma tela de poliéster, de 20 cm de largura, sobre toda a faixa da fissura, tendo como orientação o eixo da trinca;
> - Para a secagem completa, foi necessário aguardar seis horas.

> **Acabamento final:**
> - Um novo nivelamento foi executado, sobre as partes anteriormente rebaixadas, com massa acrílica, aplicada em camadas finas e sucessivas, não ultrapassando espessura final superior de 3 mm;
> - Foram aplicadas duas demãos de tinta látex acrílico, com diluição de 30% a 40% de água na primeira demão, e de 10% a 20% na segunda, usando-se um rolo de lá para aplicação. Foi necessário observar um intervalo de quatro horas entre as demãos. (CORSINI, 2010, p. 59).

2.5.2.2 Mofo ou bolor

Para Carminatti (2016), o processo de revitalização do ponto afetado pelo mofo ou bolor, deve ser realizado da seguinte forma:

> Para a remoção dos fungos por mais que passe um pano úmido na superfície, isso só vai ser removido partes aéreas. Mas ainda vai continuar raízes, o mofo volta a aparecer muitas vezes se utiliza tipos de fungicidas nem sempre é eficaz. Para combater os fungos tem que eliminar a umidade, com temperaturas de 10º a 35º, também tem que ser ventilado o ambiente fazendo com que seque a superfície, ou fazendo uma boa impermeabilização. Pode ser usado uma solução com fosfato trissódico, detergente comum, hipoclorito de sódio e água. (CARMINATTI, 2016, p. 19).

Na visão de Montecielo e Edler (2016), para o controle adequado da manifestação patológica mofo ou bolor, deve se combater as condições que proliferam esses seres e não apenas a sua correção estética. Conforme descrito pelos autores, recomenda-se o seguinte processo de correção:

> Lavar toda área afetada com escova de aço ou pano e uma mistura de água sanitária e água potável na proporção 1:1; deixar a solução agir por aproximadamente 4 (quatro) horas; lavar com água a fim de eliminar resíduos de água sanitária; repetir a operação até a eliminação total do mofo; em áreas externas o uso do hidro jateamento é recomendado; deixar secar e repintar. (MONTECIELO E EDLER, 2016, p. 03).

2.5.2.3 Eflorescência

De acordo com Ribeiro et al. (2017), as construções afetadas pelos sais presentes na eflorescência devem receber o controle e tratamento adequados, conforme as orientações abaixo:

> 1) Inspecionar qualquer sinal de ataque de sais em áreas que são propensas a isso, como paredes de banheiros, tanto internas como externas;
> 2) Determinar a umidade e a altura da ascensão capilar na parede afetada;
> 3) Realizar estudos científicos por meio da coleta de amostras na parede afetada, a fim de determinar o teor e tipos de sais presentes;
> 4) Aplicar o tratamento adequado na parede afetada, para erradicar o problema de ataque de sais;

> 5) Fazer ensaios em laboratório, para verificar a eficácia do tratamento. Se não houver resultados satisfatórios, uma nova rodada de tratamento deve ser aplicada até que o teor de sal na parede fique em um nível seguro, de acordo com as normas internacionais;
> 6) Preparar um guia de prevenção para o ataque de sais, o que servirá como referência futura. (RIBEIRO et al.,2017, p.47).

Para Weimer, Thomas e Dresch (2018), existem diversas formas de realizar o tratamento adequado das manifestações patológicas. Em relação a eflorescência, as suas aplicações vão variar conforme o local a ser tratado, o procedimento é o seguinte:

> Em primeiro lugar, proceder à limpeza da fachada, de modo que posteriormente seja possível a sua restauração. Em rebocos de cimento, recorre-se a uma limpeza com água fria ou quente a baixa pressão; em fachadas pouco sujas, utiliza-se a mesma técnica, com a adição de detergentes neutros em situações de grande sujidade. Em paredes de alvenaria de tijolo, os sais que aparecem com mais frequência são os resultantes de sulfatos e carbonatos de cálcio, magnésio, sódio e potássio. No entanto, a maioria das lesões se deve à presença de sulfato de magnésio, que pode cristalizar fora ou perto da superfície. Em função da sua solubilidade, o sal pode ser transportado por ação da água da chuva para o interior da alvenaria, reduzindo a destruição dos materiais de revestimento, mas ocasionando maiores problemas no seu interior. Dado que esse tipo de sal é solúvel em água e as operações de limpeza limitam-se à sua dissolução, é importante proceder uma secagem artificial por sucção direta, após a aplicação da água, no sentido de extrair desta a água absorvida. Quando apresentar sais que não são solúveis diretamente em água, é preciso recorrer a uma limpeza química com 10% de ácido clorídrico.
> (WEIMER, THOMAS E DRESCH, 2018, p. 181).

2.5.2.4 Carbonatação

Para Rocha (2015), nos casos em que a carbonatação encontra-se avançada, com resquícios de despassivação e corrosão das armaduras, as técnicas mais utilizadas são as de reparação convencional e o processo de realcalização do concreto. Em relação a definição da reparação convencional:

> Consiste na retirada da camada de cobrimento do aço que se encontre carbonatada e posteriormente substituída por uma nova camada protetora de concreto ou a utilização de argamassa polimérica. As argamassas poliméricas são o resultado da adição de polímeros a argamassa comum, sendo estas recomendadas para a recuperação da área superficial da estrutura carbonatada, devido a sua elevada fluidez e a capacidade de melhorar as propriedades da argamassa como propriedades mecânicas, físicas, resistência química, baixa permeabilidade, capacidade de endurecimento rápido. (RAMOS, 2019, p. 29).

Na visão de Araújo (2009), as edificações que apresentam sintomas de carbonatação, precisam de correções de regularização da alcalinização do concreto com a elevação do pH. A grande vantagem desta técnica, seja através do processo preventivo ou de reabilitação, não necessita da extinção do concreto carbonatado. Para o autor, existem três métodos de restauração da alcalinidade do concreto, o primeiro se trata da difusão e absorção de uma solução alcalina por efeito capilar e de forças hidráulicas, chamado de realcalinização química.

O segundo ocorre através da produção de íons hidroxila, devido a reação catódica na superfície das armaduras e o terceiro pelo fluxo eletro-osmótico que carrega a solução alcalina para o interior dos poros do concreto. Os dois últimos métodos acontecem através do uso de corrente elétrica e geração de um campo elétrico, denominado de realcalinização eletroquímica.

Na opinião de Ramos (2019), quanto a forma de aplicação do processo de realcalinização eletroquímica destaca-se:

> Aplicação de 1 ou 2 semanas de um campo elétrico com corrente entre 0,2 e 8 ª/m2 através de uma fonte retificadora, que deverá ligar-se a armadura, que se encontra no concreto, ao ânodo externo, colocado sobre o concreto. O ânodo externo, geralmente utilizado é uma malha de titânio que é condutora e deve estar emersa em eletrólitos, os quais é utilizada uma polpa de celulose saturada (eletrólitos) localizada na região carbonatada.
> (RAMOS, 2019, p. 32).

2.5.2.5 Corrosão das armaduras

Segundo Helene, Lima e Arivati (1995), quando o processo deletério advindo das corrosões das armaduras é desencadeado nas estruturas, durante a sua vida útil, se faz necessário a intervenção, a fim de reparar as condições iniciais protetoras da seção de concreto e armadura. Caso essa recuperação das condições iniciais não ocorra, existe o risco do abalo estrutural, podendo ocasionar a ruína da estrutura. Para o autor, esse diagnóstico precisa contemplar situações como, os sintomas, a origem, as causas e consequências do evento.

Na visão de Helene (1994), através de uma análise preliminar das condições de serviço da edificação degradada, deve-se optar pela melhor alternativa de material e técnica para adequação da estabilidade da construção. Para Bauer (2019), existem à disposição diversos tipos de métodos e sistemas de reparo que auxiliam na resolução destes problemas deletérios, entre eles:

> **a) Sistemas de reparo por repassivação da armadura:** Enquadram-se aqui aqueles materiais em que o restabelecimento do equilíbrio químico ocorre pela repassivação da armadura, ou seja, reconstituição da peça estrutural com materiais à base de cimento, restabelecendo as condições de pH de modo a propiciar a formação novamente da camada de passivação nas armaduras corroídas.
> **b) Sistemas de reparo por barreira física sobre a armadura:** São sistemas que têm como base o bloqueio do acesso dos agentes agressivos às armaduras. Por exemplo, pinturas de barras com materiais de base epóxi.
> **c) Sistemas de reparo por barreira física sobre o concreto:** Materiais e sistemas que impedem o acesso de agentes agressivos às armaduras e ao concreto de cobrimento, procedendo um bloqueio externamente ao cobrimento de concreto. Encaixam-se nestes sistemas os revestimentos de argamassas poliméricas.
> **d) Sistemas de reparo por barreira química:** São os materiais que atuam quimicamente no processo corrosivo. São os materiais e sistemas de reconstituição das seções estruturais, como as argamassas e concretos com adições, com propriedades de atuarem quimicamente no processo corrosivo, ou seja, aqueles com adição de inibidores de corrosão, como os nitritos, molibdatos e benzoatos.
> **e) Sistemas de reparo por proteção catódica:** Compreendem os sistemas de proteção a partir da utilização de ânodos de sacrifício, seja utilizando imposição de corrente/potencial externo, buscando restabelecer as condições de potencial onde o metal está protegido, ou então utilizando pinturas metálicas, com utilização de zinco, por exemplo. (BAUER, 2019, p. 493).

Para Braga (2010), o processo de corrosão das armaduras é uma das manifestações patológicas bem típicas das estruturas de concreto armado. Entre as opções de recuperação destes componentes, o autor destaca-se:

> Caso não se tenha acentuada perda na área resistente das armaduras pode-se remover o concreto solto, o óxido de ferro (através de lixamento ou jateamenteo de areia) e a poeira aderente às barras e à cavidade do concreto. Após essa limpeza aplica-se pintura anticorrosiva e quando essa estiver completamente seca utiliza-se resina epóxi tanto nas barras de aço quanto na cavidade do concreto. O próximo passo é aplicar argamassa de cimento e areia (1:2 ou 1:3) bem seca contra a armadura e a cavidade do concreto, durante o período de cura da resina. Depois se faz a cura úmida do concreto, com sacos de estopa umedecidos etc. (BRAGA, 2010, p. 79).

3 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso foi realizado por meio da coleta de dados sobre as manifestações patológicas observadas em um condomínio multifamiliar localizado no bairro Campo Novo em Porto Alegre - RS. A visita técnica ocorreu entre os dias 07 a 15 de abril de 2023, tendo como objetivo a identificação e evidenciação dos processos deletérios existentes da construção.

3.1 CARACTERÍSTICAS DO CONDOMÍNIO

De acordo com a prefeitura de Porto Alegre, esse empreendimento contou com apoio entre as administrações do governo federal e apoio parlamentar para desenvolvimento deste projeto social e contemplou um total de 1080 unidades entregues, conforme Figura 18.

Figura 18 - Lançamento do empreendimento

Fonte: Prefeitura de Porto Alegre, 2019

Nas fases I e II foram entregues 720 unidades compostas por 18 torres e na fase III um total de 360 unidades constituídos de 09 torres conforme Figura 19. A construção na época foi classificada como o maior empreendimento da minha casa minha vida na cidade de Porto Alegre, totalizando um custo de R$ 92,56 milhões.

Figura 19 - Posicionamento das fases do empreendimento

Fonte: Elaborado por Google 2023 e adaptado pelo Autor 2023

A construção foi finalizada no ano de 2019 e as entregas ocorreram de forma gradual, iniciando no mês de junho. O seu sistema construtivo é composto de estruturas de concreto com alvenaria de fechamento em blocos cerâmicos. Esta pesquisa foi feita nas áreas condominiais da torre 2 da fase III, que está destacada na Figura 20.

Figura 20 - Fase III do empreendimento

Fonte: Elaborado por Google 2023 e adaptado pelo Autor 2023

3.2 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ÁREAS CONDOMINIAIS

A seguir serão apresentadas as principais manifestações patológicas encontradas nas áreas condominiais, que foram divididas em as áreas externas e internas.

3.2.1 Áreas externas do condomínio

As áreas externas, objeto de estudo deste Trabalho contemplam as regiões externas da torre dois, o estacionamento e guarita.

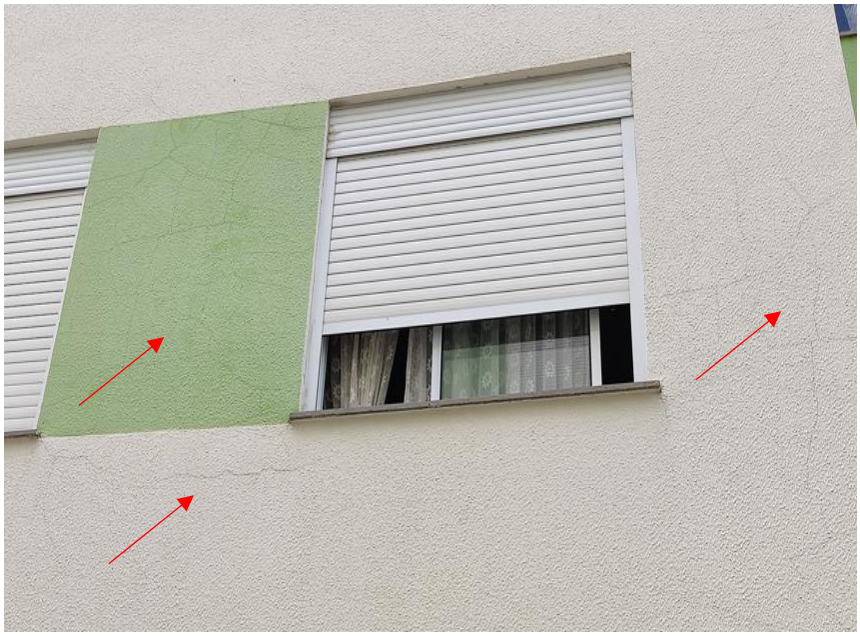
3.2.1.1 Fissuras na fachada

Em vários pontos da torre dois, é possível identificar as fissuras mapeadas espalhadas pelo revestimento das fachadas. Elas possuem características como: espessuras igualitárias, sendo estáveis no revestimento texturizado e posicionamento alternado, entre fissuras horizontais, verticais e diagonais, conforme as Figura 21, 22 e 23.

Figura 21 - Fissura mapeada na parede do 1º andar

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Figura 22 - Fissura mapeada na parede do 2º andar



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Figura 23 - Fissura mapeada na parede do 3º andar

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

As causas mais prováveis destas manifestações patológicas estão associadas a falta de aderência entre a base e o revestimento, retração excessiva da argamassa, baixa resistência das argamassas e ou presença de umidade no substrato durante a etapa de reboco.

Quanto a forma de tratamento desta manifestação patológica recomenda-se a adequação destes pontos, com a criação de frisos horizontais nos panos das

fachadas. Esta melhoria tem a finalidade de proporcionar a distribuição das tensões oriundas das movimentações térmicas do revestimento argamassado. Neste caso, deve-se realizar aberturas horizontais no reboco, logo acima das janelas com auxílio de um frisador metálico e réguas duplas. Após essa adequação, aplicar duas demãos do impermeabilizante Baucryl Vedafriso ou similar dentro do friso e em uma faixa de no mínimo 5 centímetros acima e abaixo destes pontos. Aguardar um período de 10 minutos entre as aplicações, depois realizar a repintura. Como sugestão alternativa, recomenda-se a somente a aplicação de selantes flexíveis, como o Sikacryl 203 ou similar e a inserção de tintas maleáveis com os mesmos compostos nas extensões das fachadas, para que possam absorver as fissuras causadas pelas tensões nas paredes.

3.2.1.2 Descolamento do revestimento da parede

No local de armazenamento dos resíduos orgânicos e secos utilizados pelo condomínio, que fica localizado próximo à entrada da portaria foram identificados alguns pontos de deterioração do revestimento da parede, conforme Figura 24. Esta manifestação patológica possui características constatadas de descascamento ou descolamento da pintura e proximidade em relação ao solo com cerca de 10 centímetros, conforme Figura 25.

Figura 24 - Local de armazenamento de resíduos

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Figura 25 - Descascamento do revestimento

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

A causa mais provável desta manifestação patológica está associada a umidade ascendente. Esse tipo de ação deletéria ocorre pela falta de projetos específicos ou pela inexistência das etapas executivas de impermeabilização nas fases de fundação. A umidade advinda do solo, através do processo de capilaridade chega até a alvenaria e força o revestimento formando bolhas e ocasionando o descascamento da pintura.

Quanto aos meios de tratamento desta manifestação patológica recomenda-se a extinção da umidade que vem do solo. Com auxílio de uma ponteira e talhadeira, realizar a abertura entre o piso e a parede com cerca de 30 centímetros de profundidade, removendo o revestimento argamassado, deixando os blocos de alvenaria expostos. Em seguida, aplicar o impermeabilizante Sikagard 905 ou similar em toda a extensão da área aberta, cobrindo os 30 centímetros de profundidade. Na sequência, aguardar o período de 3 horas de secagem, reaplicar as demãos sugeridas pelo fabricante e realizar o fechamento do revestimento.

Após, aplicar de 1 a 2 demãos de fundo preparador de parede, respeitando a indicação do fabricante, quanto as formas de utilização, horizontal e/ou vertical e quanto ao tempo de cura entre as aplicações, inserir 2 a 3 demãos de massa acrílica, conforme o tempo de secagem estabelecidos pelo fabricante, lixar, regularizar e limpar a superfície. Após a conclusão das etapas acima, efetuar a aplicação de 2 a 3 demãos de tinta, de acordo com o intervalo de tempo indicado.

3.2.1.3 Manchas no revestimento da parede

Neste ponto da parede externa da fachada sul, é possível identificar algumas características do problema. A mancha localizada abaixo da esquadria possui um destaque maior na sua tonalidade de cor, devido à presença de umidade. Conforme figura 26, este local é identificado como a área de serviço de um dos apartamentos onde está posicionado o tanque.

Figura 26 - Manchas de umidade na parede

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

A causa mais provável desta manifestação patológica está associada ao vazamento hidráulico, que ocorre quando a água escapa das tubulações, em decorrência de falhas no processo executivo, como a falta de cola adesiva entre as conexões, inexistência de testes de pressão para encontro de vazamentos e/ou ligados ao mau uso das edificações ou uma tubulação rompida.

Para tratamento desta manifestação patológica recomenda-se realizar a identificação do vazamento através de pequenas aberturas na parede com auxílio de uma marreta e talhadeira. Após o encontro do vazamento, se o problema for referente a tubulação de água, fechar o registro de água e iniciar o reparo das tubulações danificadas. Com auxílio de uma serra-cano, remover a parte comprometida da tubulação, secar os canos umedecidos, a fim de facilitar a aderência. Na sequência, aplicar o adesivo instantâneo de forma interna e externa nas tubulações e inserir os meios mais adequados, como, luvas ou pedações de cano. Aguardar um período de

30 minutos para secagem da cola, abrir o registro de água aos poucos para monitorar o conserto e caso não tenha novos pontos de vazamento, realizar o fechamento da alvenaria. Se o problema for na tubulação de esgoto sanitário, basta substituir ou colar o cano defeituoso. Finalizar rebocando e pintando a parede.

3.2.1.4 Oxidação das estruturas metálicas

No local de armazenamento dos medidores de energia da área externa do condomínio, que fica localizado próximo à entrada dos veículos, foi encontrado pontos de ferrugem no trilho da porta de acesso, conforme Figura 27 e 28.

Figura 27 - Local de armazenamento dos medidores de gás

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Figura 28 - Oxidação do trilho da porta dos medidores de luz

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

As causas mais prováveis desta manifestação patológica estão ligadas a falta de manutenções periódicas nestes pontos, associadas as fricções de abertura e fechamento do portão, que geram o desgaste da pintura e a exposição constante a intempéries.

Quanto aos meios de tratamento desta manifestação patológica recomenda-se seguir as manutenções periódicas conforme o manual do condomínio que indica a vida útil de cada material. Realizar a remoção temporária das portas de entrada aos medidores. Com auxílio de uma talhadeira e ponteira, quebrar o contorno da alvenaria rente a estrutura metálica. Devido ao grau de oxidação da estrutura em análise, substituir o componente metálico enferrujado que abriga as portas de acesso por um novo material galvanizado e após essa alteração, realizar o fechamento da alvenaria. Na sequência, aguardar o tempo de secagem dos materiais, inspecionar e avaliar as portas retiradas a fim de combater quaisquer resquícios oxidação.

Caso a deterioração seja mais superficial, realizar a limpeza destas áreas, com auxílio de lixas, espátulas, escovas de aço, entre outros. Após a limpeza destas áreas, aplicar o inibidor de corrosão com auxílio de um pincel, de acordo com as demãos indicadas pelo fabricante, aguardar o período de secagem e inserir as demãos de tinta do tipo esmalte sintético ou a base de resina poliamida. Por fim, basta aguardar os períodos de secagem, colocar as portas removidas no local indicado e manter as manutenções registradas para controle interno.

3.2.2 Áreas internas da Torre 02

As áreas internas, objeto de estudo deste Trabalho contemplam as regiões do interior da torre dois, corredores e escadas.

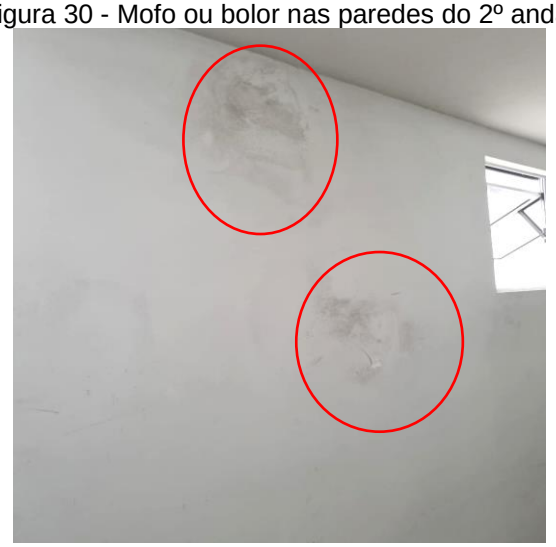
3.2.2.1 Mofo ou bolor no revestimento da parede

Em vários pontos internos da torre 02, foi possível identificar vestígios de mofo e/ou bolor. Essa manifestação patológica apresentou no local algumas características como: forte odor e manchas escurecidas, conforme as Figuras 29, 30, 31 e 32.

Figura 29 - Mofo ou bolor no forro e paredes do 1º andar

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Figura 30 - Mofo ou bolor nas paredes do 2º andar



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Figura 31 - Mofo ou bolor nas paredes do 3º andar

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Figura 32 - Mofo ou bolor nas paredes do 4º andar

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

As causas mais prováveis desta manifestação patológica estão associadas a falta de incidência solar e infiltrações de umidade. Com base na análise dos pontos cardeais, foi possível constatar que a face da parede apresentada fica localizada em um ponto com baixa exposição solar, onde a torre 02 não recebe incidência direta do sol nascente (leste) ou poente (oeste) devido a sua proximidade com as outras torres 01 e 03. Também há infiltrações de umidade oriundas da área externa, advindas das fissuras mapeadas no revestimento texturizado da fachada que estão espalhadas em vários pontos da edificação.

Quanto ao tratamento desta manifestação patológica recomenda-se a resolução da causa principal que é o tratamento das fachadas, conforme orientado na página 44 deste trabalho. Após, iniciar a manutenção interna, da seguinte forma, caso existam pontos onde o revestimento argamassado está descascando, remover por completo com a utilização de espátulas e lixas.

Com auxílio de um recipiente de armazenamento, realizar a mistura de água comum e água sanitária na proporção de 1:1 (1 porção de água para 1 porção de água sanitária). Na sequência, com apoio de uma esponja de limpeza, umedecer ela na mistura e aplicar nos pontos escurecidos, esfregando as paredes até o retorno da sua tonalidade padrão (branco). Após o período de secagem de 30 minutos, passar um pano úmido com água em toda a extensão e aguardar novamente a secagem. Com as paredes bem arejadas e ventiladas, aplicar o fundo preparador e a tinta respeitando o intervalo de secagem entre elas, conforme indicado pelo fabricante.

3.2.2.2 Fissuras no revestimento cerâmico

Foram identificados nos andares da torre 02, a presença de fissuras generalizadas no revestimento cerâmico. Essa manifestação patológica se apresentou nos corredores e possui características iguais, tendo sua direção em um único sentido e espaçamentos próximos, conforme as Figuras 33, 34 e 35.

Figura 33 - Fissuras no revestimento cerâmico do 1º andar

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Figura 34 - Fissuras no revestimento cerâmico do 2º andar

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

Figura 35 - Fissuras no revestimento cerâmico do 3º andar

Fonte: Elaborado pelo autor, 2023

A causa mais provável desta manifestação patológica está associada a inexistência das juntas de movimentação que são feitas durante as etapas executivas do revestimento cerâmico.

Quanto aos meios de tratamento desta manifestação patológica recomenda-se criar juntas de movimentação, a fim de aliviar as tensões causadas no revestimento cerâmico. Essa adequação deve seguir as orientações do projeto contemplando a escolha do tipo de junta, suas dimensões, materiais utilizados, ambiente exposto e mão de obra especializada. Após essa adequação, substituir as peças danificadas com auxílio de uma ponteira e talhadeira. Na sequência, iniciar o assentamento cerâmico nestes pontos e realizar a escolha de um material maleável para colocar no encontro entre as peças cerâmicas, como o rejunte Quartzolit flexível interno e externo ou similar.

4 CONCLUSÕES

O Trabalho teve seu desenvolvimento a partir do embasamento teórico realizado no capítulo 02 e dos registros fotográficos extraídos a partir das visitas em campo. Desta forma, foi possível constatar os processos deletérios oriundos das manifestações patológicas, com as prováveis causas destes eventos e sugerir as correções mais adequadas para o condomínio em análise.

Entre os principais problemas encontrados, destaca-se a alta presença de fissuras mapeadas em fachadas, infiltração ascendente, umidade, corrosão de estruturas metálicas e fissuras no revestimento cerâmico.

Com base no referencial teórico estudado, as estruturas podem a apresentar problemas após a sua construção associados a vícios construtivos, falta de manutenção e envelhecimento natural, que resultam em uma vida útil reduzida. Um dos principais fatores que contribuem para o surgimento das manifestações patológicas é a falta de planejamento frente as etapas de trabalho, que colaboram para o efeito bola de neve.

Através deste estudo é visível que os processos de degradação estão relacionados a vários fatores inadequados que ocorreram durante as etapas construtivas da obra. Entre eles, a inexistência ou ineficácia dos projetos específicos, como da fachada e piso e/ou ligados a mão de obra desqualificada e a falta de acompanhamento das etapas executivas. Também é perceptível a falta de manutenções corretivas e preventivas no empreendimento que possui 4 anos de uso.

Logo, concluiu-se que este estudo atingiu seu objetivo, na qual visou encontrar as principais manifestações patológicas, apontando as possíveis causas e sugerindo as soluções aplicáveis em cada caso.

REFERÊNCIAS

AHMAD, A. G.; RAHMAN, H. F. A. **Treatment of Salt Attack and Rising Damp in Heritage Buildings in Penang, Malaysia**. Journal of Construction in Developing Countries, v. 15, n. 1, p. 93–113, 2010.

ALLEN, Edward; IANO, Joseph. **Fundamentos da engenharia de edificações**: Materiais e Métodos. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 1006 p. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788582600788/pageid/3. Acesso em: 22 nov. 2022.

AMBROSIO, Thais da Silva. **Patologia, tratamento e reforço de estruturas de concreto no metrô de São Paulo**. 2004. 128 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2004. Disponível em: https://docplayer.com.br/15610720-Patologia-tratamento-e-reforco-de-estruturas-de-concreto-no-metro-de-sao-paulo.html. Acesso em: 27 mar. 2023.

ANDRADE, T.; SILVA, A. J. C. Patologia das Estruturas. In: ISAIA, Geraldo Cechella (Ed.). **Concreto: ensino, pesquisa e realizações**. São Paulo: IBRACON, 2005. 2v. Cap.32, p.953-983.

ANTUNES, Giselle Reis. **Estudo de manifestações patológicas em revestimento de fachada em Brasília – Sistematização da incidência de casos**. 2010. 199 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

ARAÚJO, Fernanda Wanderley Corrêa. **Estudo da repassivação da armadura em concretos carbonatado através da técnica de realcalinização química**. 2009. 237 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2009. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-18122009-154958/publico/Tese_2009_Fernanda.pdf. Acesso em: 22 abr. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1: Edificações habitacionais – Desempenho Parte 1: Requisitos gerais.** Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: fl.aspx (abntcolecao.com.br) Acesso em: 26 mar. 2023.

BAUER, L. A. Falcão. **Materiais de construção**. 6. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda, 2019. 617 p. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788521636618/epubcfi/6/8[%3Bvnd.vst.idref%3Dtitle]!/4/2/4%4051:16. Acesso em: 09 abr. 2023.

BAUER, L. A. Falcão. **Materiais de Construção**. 6. ed. Rio de Janeiro: Ltc — Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda., 2019. 539 p. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788521636632/epubcfi/6/8[%3Bvnd.vst.idref%3Dtitle]!/4/2/4%4052:35. Acesso em: 22 abr. 2023.

BERTOLINI, Luca. **Materiais de construção**: Patologia | Reabilitação | Prevenção. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 414 p. Disponível em: https://plataforma.bvirtual.com.br/Leitor/Publicacao/180525/epub/0?code=crmPj/7wS2TDmAeZHrIkE338jmSGAw84GjUAVAHCyN18q2/THpa24bL+LInPFyTiBadLwNbNEhXcQ6Q9mOzmVg== . Acesso em: 22 nov. 2022.

BRAGA, Natália Maria Teixeira. **Patologias nas construções: trincas e fissuras em edifícios**. 2010. 94 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Escola de Engenharia da Ufmg, Belo Horizonte, 2010. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-9AAJ74/1/monografia_final_natalia_braga.pdf. Acesso em: 22 abr. 2023.

CADORE, Willian Widmar. **Estudo da carbonatação da camada de cobrimento de protótipos de concreto com altos teores de adições minerais e cal hidratada**. 2008. 150 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7698/WILLIAMWIDMARCADORE.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 09 abr. 2023.

CARMINATTI, Paulo Roberto. **Perícia em construções submetidas a infiltrações**. 2016. 65 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Alto Vale do Rio do Peixe, Caçador, 2016. Disponível em: https://acervo.uniarp.edu.br/wp-content/uploads/tccs-graduacao/Pericia-em-construcoes-submetidas-a-infiltracoes.-Paulo-R-Carminatti.2016.pdf
Acesso em: 23 abr. 2023.

CORSINI, Rodnei. **Trinca ou fissura?** Revista Téchne 160, São Paulo, jun. 2010. Disponível em: http://mr2estruturas.hospedagemdesites.ws/wp-content/uploads/2016/08/Trinca-ou-fissura.pdf. Acesso em: 23 abr. 2023.

DUARTE, R. B. **Fissuras em alvenarias: causas principais, medidas preventivas e técnicas de recuperação**. 1998. Porto Alegre: Fundação de Ciência e Tecnologia - CIENTEC.

FONSECA, Adaianny Cristina Rodovalho; BRUNA, Bruna Borges. **Principais manifestações patológicas causadas por umidade em residências: estudo de caso**. 2021. 21 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade UNA de Catalão, Catalão, 2021. Disponível em: https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/14500/1/Principais%20Manifesta%C3%A7%C3%B5es%20Patol%C3%B3gicas%20Causada%20por%20Umidade%20em%20Resid%C3%AAncias%20Estudo%20de%20Caso.pdf .Acesso em: 23 abr. 2023.

FRANÇA, Alessandra A. V.; MARCONDES, Carlos Gustavo N.; ROCHA, Francielle C. da; MEDEIROS, Marcelo H. F.; HELENE, Paulo. **Patologia das construções: Uma especialidade na engenharia civil**. REVISTA TÉCHNE, São Paulo, v. 1, n. 174, 19 set. 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Marcelo-Medeiros-8/publication/342064783_Patologia_das_Construcoes_-_Uma_especialidade_da_Engenharia_Civil/links/5ee040eb45851516e6658e83/Patologia-das-Construcoes-Uma-especialidade-da-Engenharia-Civil.pdf. Acesso em: 25 mar. 2023

GRANATO, José Eduardo. **Patologia das construções** – Cap. 7, 2002.

HELENE, P. **Manual prático para reparo e reforço de estruturas de concreto**. 1. ed. São Paulo: Pini, 1992.

HELENE, Paulo, LIMA, Maryangela; ARIVATI, F.A. **Corrosão de armaduras: sistemas de reparo por inibição**. In: SEMINÁRIO DE CORROSÃO NORTE-NORDESTE. Fortaleza, 1995, p. 1-10.

HELENE, P. R. L. **Pesquisa para normalização de materiais e sistemas de reparo de estruturas de concreto com corrosão de armaduras**. (Relatório parcial de atividades – Projeto temático Fapesp), São Paulo, 1994.

KACHUKI, Anna Luiza Bastos. **Principais manifestações patológicas nas edificações durante a pós-ocupação: estudo de caso da unidade de saúde da família – Morumbi, do município de Pato Branco-PR** 2021. 65 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2021. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/28521/1/PB_COECI_2021_1_01.pdf Acesso em: 23 abr. 2023.

LAGE, Adriana Duarte Brina. **Patologias associadas à umidade soluções ao caso concreto**. 2012. 53 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.
LERSCH, Inês Martina. **Contribuição para a identificação dos principais fatores e mecanismos de degradação em edificações do patrimônio cultural de Porto Alegre.** 185 f. 2003. Dissertação de mestrado – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

LEYS, Belena Luana Bina; SOARES, Fabiana Rosa. **Fissuras em alvenaria estrutural: estudo de caso em um residencial de feira de Santana**. 2022. 20 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Salvador (Unifacs), Feira de Santana, 2022. Disponível em: https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/29794/1/TCC%20-%20BELENA%20E%20FABIANA.pdf. Acesso em: 09 abr. 2023.

LICHTENSTEIN, Norberto B. **Procedimento para formulação dos diagnósticos de falhas e definição de conduta adequada à recuperação de edificações**. São Paulo, 1985. 191p.

MAGALHÕES, Ernani Freitas de. **Fissuras em alvenarias: configurações típicas e levantamento de incidências no estado do RS**. 2004. 180 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004. Disponível em: https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/10135/000521582.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 09 abr. 2023.

MAGALHÃES, Letícia Ferreira; OLIVEIRA, Camila Amélia Martins de. **Análise e reparação de fissuras em estruturas de concreto armado e alvenaria**. 2017. 102 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, O Instituto Tecnológico de Caratinga da Doctum, Caratinga, 2017. Disponível em: https://dspace.doctum.edu.br/bitstream/123456789/473/1/Leticia%20e%20Camila_An%C3%A1lise%20e%20Repara%C3%A7%C3%A3o%20de%20Fissuras%20em%20Concreto%20Armado%20e%20Alvenaria.pdf. Acesso em: 10 abr. 2023.

MEDEIROS, Marcelo Henrique Farias de; ANDRADE, Jairo José de Oliveira; HELENE, Paulo**. Durabilidade e vida útil das estruturas de concreto**. Rio de Janeiro: 2011 Ibracon, 2011.
Disponível em: https://www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2014/07/lc55.pdf. Acesso em: 27 mar. 2023.

MONTECIELO, Janaína; EDLER, Marco Antônio Ribeiro. **Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações**. XXI Seminário Interinstitucional de Ensino, Pesquisa e Extensão. 2016. Disponível em: https://www.unicruz.edu.br/seminario/anais/anais-2016/XXI%20Semin%C3%A1rio%20Interinstitucional%202016%20-%20Anais/Gradua%C3%A7%C3%A3o%20-%20TRABALHO%20COMPLETO%20-%20ANAIS%20-%20Sociais%20e%20Humanidades/PATOLOGIAS%20OCASIONADAS%20PELA%20UMIDADE%20NAS%20EDIFICA%C3%87%C3%95ES.pdf. Acesso em: 23 abr. 2023.

OLIVEIRA, Alexandre Magno de. **Fissuras, trincas e rachaduras causadas por recalque diferencial de fundações**. 2012. 96 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-9A3GCW/1/monografia_esp_2012_1_th.pdf. Acesso em: 02 abr. 2023.

PEREZ, A. R. **Umidade nas edificações: recomendações para a prevenção de penetração de água pelas fachadas**. Tecnologia de Edificações, São Paulo. Pini, IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, Coletânea de trabalhos da Div. de Edificações do IPT. 1985. p.571-78.

PINA, Gregório Lobo de. **Patologia nas habitações populares**. 2013. 102 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/9580/1/monopoli10006577.pdf. Acesso em: 02 abr. 2023.

PIRONDI, Zeno. **Manual prático da impermeabilização e de isolação térmica**. 2. ed. São Paulo: Pini Ltda, 1988

QUERUZ, Francisco. **Contribuição para identificação dos principais agentes e mecanismos de degradação em edificações da Vila Belga**. 2007. 150 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, 2007.

RAMOS, Paulo Ricardo Pereira. **Carbonatação do concreto**. 2019. 37 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Atenas Paracatu, 2019. Disponível em: http://www.atenas.edu.br/uniatenas/assets/files/spic/monography/CARBONATACAO_DO_CONCRETO.pdf. Acesso em: 22 abr. 2023.

RIBEIRO, Daniel Véras; SALES, Almir; TUTIKIAN, Bernardo Fonseca; SOUSA, Carlos Alberto Caldas de; ALMEIDA, Fernando do Couto Rosa; CUNHA, Manuel Paulo Teixeira; LOURENÇO, M. Zita; CASCUDO, Oswaldo; HELENE, Paulo. **Corrosão e degradação em estruturas de concreto**: teoria, controle e técnicas de análise e intervenção. 2. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda, 2020. 370 p. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788595152359/epubcfi/6/10[%3Bvnd.vst.idref%3Dcreditos.xhtml]!/4/20/4/1:320[202%2C0.]. Acesso em: 09 abr. 2023.

RIBEIRO, Iracira José da Costa; BARBOSA, Gerson Emídio; SILVA, Osmando; ARAÚJO, Débora Thais Rodrigues de; LUCENA, Adri Duarte. **Implantação de métodos de tratamento para combater as eflorescências**. Revista Principia, Joao Pessoa, p. 1-11, 31 jan. 2017. Disponível em: file:///C:/Users/dougl/Downloads/1206-4584-1-PB%20(4).pdf. Acesso em: 22 abr. 2023.

RIGHI, Geovane Venturi. **Estudo dos sistemas de impermeabilização: patologias, prevenções e correções - análise de casos**. 2009. 95 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, 2009.

ROCHA, Bruno dos Santos. **Manifestações patológicas e avaliação de estruturas de concreto armado**. 76 p. Monografia (Trabalho de conclusão de curso), Engenharia Civil, Curso de especialização em construção civil, Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

RODRIGUES, Júlio César Maciel. **Umidade ascendente em paredes internas**: avaliação de desempenho de bloqueadores químicos. 2014. 57 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014. Disponível em: https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/110147/000951989.pdf?sequence=1 . Acesso em: 22 nov. 2022.

SACHS, Ana; NAKAMURA, Juliana. **Desempenho revisado**. Revista Téchne, São Paulo, mar. 2013. Disponível em: https://cursos.unisanta.br/civil/arquivos/techne_desempenho-1.pdf. Acesso em: 26 mar. 2023.

SANTOS, Cleyton Roberto Bezerra dos; SILVA, Dione Luiza da; NASCIMENTO, Ismaylly Michel Silva do. **Incidência de manifestações patológicas em edificações residenciais na região metropolitana do recife** (RMR). Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada, Recife, v. 3, n. 3, p. 1-8, 28 ago. 2017. Disponível em: http://revistas.poli.br/index.php/repa/article/view/690/308. Acesso em: 02 abr. 2023.

SENA, Gildeon Oliveira de; NASCIMENTO, Matheus Leoni Martins; NABUT NETO, Abdala Carim; LIMA, Natália Maria Viana; RIBEIRO, Ana Paula Araújo; PIRES, Lais Alves da Silva. **Patologia das construções**. Salvador: 2B Ltda, 2020. 256 p. Disponível em: http://ekoaeducacao.com.br/images/p/Leia_Trecho_Patologia1_.pdf. Acesso em: 25 mar. 2023.

SIQUEIRA, Vivian de. **Impermeabilização em obras de construção civil**: **estudos de casos patologias e correções**. 2018. 91 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2018.
SOUZA, Pamela Scari; SANTOS, Odair. **Patologias em estruturas de concreto Armado**. Boletim do Gerenciamento, v. 24, n. 24, p. 1-11, 2021.

SOUZA, Vicente Custódio Moreira de; RIPPER, Thomaz. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 2009. 262 p.

TEIXEIRA, Ana Sofia Moreira dos Santos Guimarães. **Caracterização experimental do funcionamento de sistemas de ventilação da base das paredes para tratamento da humidade ascensional**. 2007. 163 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), Porto, 2007. Disponível em: http://docplayer.com.br/52725110-Universidade-do-porto-faculdade-de-engenharia-departamento-de-engenharia-civil.html Acesso em: 22 nov. 2022.

THOMAZ, Ercio. **Trincas em edifício: causas, prevenção e recuperação**. 1ª ed. São Paulo, Pini, 1989.

THOMAZ, Ercio. **Trincas em Edifícios: Causas, prevenção e recuperação**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2020. 244 p.

UEMOTO, K. L. **Patologia: danos causados por eflorescências**. In: Tecnologia de Edificações. São Paulo: Ed. Pini. 1988. p 561 – 564.

VALLE, Juliana Borges de Senna. **Patologia das alvenarias**: causa / diagnóstico / previsibilidade. 2008. 81 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008. Disponível em: https://docplayer.com.br/3921619-Patologia-das-alvenarias.html. Acesso em: 09 abr. 2023.

VERÇOZA, Ênio José. **Patologia das edificações**. Porto Alegre: Sagra, 1991. 172 p.

WEIMER, Bianca Funk; THOMAS, Mauricio; DRESCH, Fernanda. **Patologia das estruturas**. São Paulo: grupo a, 2018. 200 p. disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788595023970/pageid/1. Acesso em: 25 mar. 2023.

YAZIGI, W. **A arte de edificar.** São Paulo: PINI, 2009.
ZUCHETTI, Pedro Augusto Bastiani. **Patologias da construção civil: Investigação patológica em edifício corporativo de administração pública no Vale Do Taquari/Rs**. 2015. 128 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas (Cetec), Centro Universitário Univates, Lajeado, 2015. Disponível em: ttps://www.univates.br/bduserver/api/core/bitstreams/bd3c4e33-a76e-4514-a396-86b0cebeb9e9/content. Acesso em: 27 mar. 2023.