

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO – UEMA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL BACHARELADO

MARCUS VINICIUS DA SILVA SOUSA

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: revisão bibliográfica
para identificação de problemas e estratégias para preservação

BACABAL-MA

2025

MARCUS VINICIUS DA SILVA SOUSA

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: revisão bibliográfica
para identificação de problemas e estratégias para preservação

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia Civil
na Universidade Estadual do Maranhão,
como requisito a obtenção do Título de
Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Esp. Igor Borges Cipriano
Saraiva

BACABAL-MA

2025

Sousa, Marcus Vinicius da Silva.

Manifestações patológicas na construção civil: revisão bibliográfica para identificação de problemas e estratégias para preservação / Marcus Vinicius da Silva Sousa. - Bacabal - MA, 2025.

40 f.

Monografia (Graduação em Engenharia Civil Bacharelado) - Universidade Estadual do Maranhão, Campus Bacabal, 2025.

Orientador: Prof. Esp. Igor Borges Cipriano Saraiva.

1. Patologias construtivas. 2. Diagnóstico estrutural. 3. Preservação de imóveis. 4. Manutenção predial. I. Título.

CDU: 624:699.8

MARCUS VINICIUS DA SILVA SOUSA

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: estudo bibliográfico
sobre causas, identificação de problemas e estratégias para preservação**

Trabalho de Conclusão de Curso para
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil à Universidade Estadual
do Maranhão.

Aprovado em: 21/07/2025

BANCA EXAMINADORA

Prof. Esp. Igor Borges Cipriano Saraiva (Orientador)
Universidade Estadual do Maranhão

Profa. Esp. Nádia Isabelly Mesquita Lobo
Universidade Estadual do Maranhão

Prof. Esp. Carlos Eduardo Machado de Oliveira
Universidade Estadual do Maranhão

Ao Deus Todo poderoso, a meus familiares, ao meu orientador, e aos amigos que tornaram possível a minha chegada até aqui.

AGRADECIMENTOS

A todos que contribuíram para a realização deste trabalho, registro aqui a minha gratidão, especialmente aos meus familiares.

Agradeço, ainda, ao Professor me que orientou o presente trabalho, sempre solícito a qualquer dúvida e necessidade para o desenvolvimento.

A todos o meu muito obrigado.

“As Quatro Qualidades”

*“A **Abençoada Beleza**”, frequentemente comentava: Há quatro qualidades que gosto muito de ver nas pessoas:*

***Primeiro:** entusiasmo e coragem;*

***Segunda:** um rosto adornado com sorrisos e um semblante radiante;*

***Terceira:** que vejam as coisas com seus próprios olhos e não com os olhos dos outros;*

***Quarta:** a habilidade de levar uma tarefa, uma vez, até o fim!*

Escrituras Bahá'is (1817-1892)

RESUMO

Avaliar, diagnosticar e preservar imóveis afetados por manifestações patológicas são etapas essenciais para evitar que os problemas se tornem mais graves, oferecendo segurança aos usuários e garantindo a longevidade das construções. Manter a integridade das estruturas através de uma manutenção preventiva eficiente assegura a proteção ao passo que também contribui para a sustentabilidade e a preservação do patrimônio arquitetônico, evitando desperdícios e custos elevados no futuro. Objetivou-se, assim, averiguar a influência das manifestações patológicas na construção civil, visando a avaliação, o diagnóstico e a preservação de imóveis. Metodologicamente, tratou-se de uma revisão bibliográfica exploratória e comparativa embasada a partir de uma pesquisa qualitativa. Como resultado, verificou-se que as medidas de conservação nem sempre são fáceis e podem acarretar custos elevados, principalmente em construções mais antigas, onde os prejuízos podem ser consideráveis. Portanto, a avaliação minuciosa da manifestação patológica, aliada ao planejamento apropriado de recursos e técnicas, é elementar para assegurar a efetividade dos reparos e a manutenção duradoura das edificações. Concluiu-se, ainda, que os defeitos identificados nas construções requerem um exame minucioso e ações corretivas eficientes para assegurar a segurança e a longevidade das edificações. A realização de um diagnóstico apropriado, juntamente com ações corretivas bem planejadas e implementadas, pode prevenir a deterioração das estruturas e auxiliar na criação de um ambiente urbano mais seguro.

Palavras-chave: Patologias construtivas; Diagnóstico estrutural; Preservação de imóveis; Manutenção predial.

ABSTRACT

Assessing, diagnosing and preserving properties affected by pathologies are essential steps to prevent problems from becoming more serious, offering safety to users and ensuring the longevity of buildings. Maintaining the integrity of structures through efficient preventive maintenance ensures protection while also contributing to the sustainability and preservation of architectural heritage, avoiding waste and high costs in the future. The objective, therefore, was to investigate the influence of pathological manifestations in civil construction, aiming at the evaluation, diagnosis and preservation of properties. Methodologically, it was an exploratory and comparative bibliographic review based on qualitative research. As a result, it was found that conservation measures are not always easy and can entail high costs, especially in older buildings, where losses can be considerable. Therefore, a thorough assessment of the pathology, combined with appropriate planning of resources and techniques, is essential to ensure the effectiveness of repairs and the lasting maintenance of buildings. It was also concluded that defects identified in constructions require a thorough examination and efficient corrective actions to ensure the safety and longevity of buildings. Carrying out an appropriate diagnosis, along with well-planned and implemented corrective actions, can prevent the deterioration of structures and help create a safer urban environment.

Keywords: Constructive pathologies; Structural diagnosis; Property preservation; Building maintenance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fissura no revestimento externo da fachada	14
Figura 2 - Trinca em viga de sustentação.....	15
Figura 3 - Parede com infiltração	16
Figura 4 - Desplacamento cerâmico em revestimento interno	17
Figura 5 - Corrosão nas armaduras	17
Figura 6 - Representação esquemática do avanço da carbonatação do concreto	24
Figura 7 - Preenchimento da Junta com Mastique PU 40	33

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 Objetivos	11
1.1.1 Objetivo Geral	11
1.1.2 Objetivos Específicos	11
1.3 Justificativa.....	12
2 Revisão da literatura	13
2.1 Patologias na construção civil	13
2.2 Prevenção e Controle Patológico.....	20
2.3 Principais patologias em estruturas na construção civil	23
2.4 Manifestações patológicas em regiões costeiras	25
2.5 Medidas de prevenção e reparo	27
3 METODOLOGIA	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
4.1 Principais manifestações patológicas identificadas.....	31
4.2 Caracterização das manifestações patológicas	31
4.2.1 Fissuras	31
4.2.2 Infiltrações	31
4.2.3 Corrosão de armaduras	31
4.2.4 Descolamento de revestimentos.....	32
4.3 Técnicas de diagnóstico utilizadas.....	32
4.3.1 Inspeção visual.....	32
4.3.2 Técnicas não destrutivas	32
4.3.4 Análise laboratorial.....	33
4.4 Técnicas de correção e preservação aplicadas	33
4.4.1 Reparo de fissuras	33
4.4.3 Correção de infiltrações	34

4.4.4 Tratamento da corrosão das armaduras.....	34
4.4.5 Recuperação de revestimentos	34
4.5 Considerações sobre a viabilidade técnica e econômica	34
4.6 Levantamento e seleção dos artigos científicos utilizados	35
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	35
REFERÊNCIAS.....	37

1 INTRODUÇÃO

A análise das manifestações patológicas na construção civil envolve o estudo aprofundado das anomalias, defeitos e falhas que surgem ao longo do tempo em edificações. É uma área de pesquisa que busca compreender as causas e consequências dessas manifestações, visando identificar os mecanismos de deterioração que comprometem a durabilidade e segurança das estruturas (Ferreira; Oliveira, 2021)

As anomalias mais recorrentes envolvem fissuras e trincas, que geralmente resultam de retrações, recalques ou esforços excessivos, infiltrações, associadas a falhas de impermeabilização, deslocamentos ou desagregação do concreto, frequentemente relacionados à baixa qualidade do material, ataques químicos ou reações internas e corrosão das armaduras, provocada principalmente em ambientes úmidos com a ação de cloretos. Diversos fatores contribuem para o surgimento dessas manifestações patológicas, como erros de projeto, execução inadequada, utilização de materiais de baixa qualidade, exposição a condições ambientais agressivas e falta de manutenção adequada (Reis *et al.*, 2023)

As manifestações patológicas em edificações estão diretamente relacionadas às condições do meio em que estão inseridas. No caso da região amazônica e de áreas litorâneas, por exemplo, os fatores climáticos e ambientais, como alta umidade, temperatura elevada e presença de sais, favorecem o surgimento de anomalias construtivas (Bonifácio; Santana; Periotto, 2020).

Os impactos na durabilidade e segurança das edificações são relevantes, com potencial para comprometer a funcionalidade e a vida útil das estruturas. A redução da vida útil das construções acarreta custos adicionais com reparos e manutenção, além de possíveis interrupções no uso dos espaços afetados. As manifestações patológicas também podem comprometer a imagem e a reputação dos profissionais envolvidos na construção, bem como a confiança dos usuários. Em casos mais graves, como colapsos estruturais, podem resultar em danos físicos, lesões e até perdas de vidas humanas (Santos; Guerra; Donato, 2021)

A identificação precoce, a prevenção e a intervenção são de extrema importância para assegurar a segurança, durabilidade e qualidade das edificações. Isso envolve a adoção de boas práticas de projeto e execução, o uso de materiais adequados, a realização de inspeções periódicas e a implementação de planos de

manutenção eficientes. Compreender as causas e os impactos das manifestações patológicas é fundamental para promover um setor de construção mais resiliente e sustentável.

A questão-problema que orienta este estudo é formulada da seguinte maneira: Como os profissionais da engenharia civil podem aprimorar suas ações profissionais para otimizar o controle de manifestações patológicas em obras e reformas?

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo analisar, por meio de uma revisão bibliográfica, as principais manifestações patológicas que ocorrem em estruturas, buscando identificar suas causas, compreender os métodos de diagnóstico utilizados na prática profissional e apontar estratégias eficazes de prevenção e controle, contribuindo para a melhoria da durabilidade, desempenho e segurança das edificações.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar, com base em revisão bibliográfica, as principais manifestações patológicas nas estruturas, identificando suas causas, formas de diagnóstico e estratégias de prevenção e controle.

1.1.2 Objetivos Específicos

Em relação aos objetivos específicos estabelecidos, tencionou-se:

- Identificar as principais categorias de manifestações patológicas que podem ocorrer na construção civil;
- Investigar os fatores ambientais, construtivos e materiais que contribuem para o surgimento dessas manifestações patológicas;
- Apresentar os métodos utilizados na identificação e diagnóstico das manifestações patológicas em estruturas na construção civil;
- Evidenciar a notoriedade do controle e da prevenção de patologias em edificações de diferentes escalas.

1.3 Justificativa

A justificativa deste estudo se baseia em um tema constantemente em evidência, especialmente devido à ampla quantidade de obras e reformas no setor da construção civil. O crescimento dessas atividades requer maior atenção às questões relacionadas às manifestações patológicas que podem afetar a durabilidade e a segurança das edificações. É de grande relevância entender as causas e desenvolver estratégias eficazes para sua prevenção, diagnóstico e controle.

Nesse contexto, há uma demanda crescente por estudos que ofereçam uma base teórica sólida sobre o assunto. A complexidade das edificações modernas, aliada à diversidade de materiais e tecnologias utilizadas, torna essencial aprofundar o conhecimento sobre as manifestações patológicas específicas que podem surgir em diferentes contextos construtivos.

Além disso, com o avanço das normas técnicas e a crescente preocupação com a sustentabilidade e a qualidade das construções, torna-se ainda mais relevante investigar possíveis anomalias. Esses estudos contribuem para a melhoria dos processos de projeto, execução e manutenção, assim como para a disseminação de boas práticas no setor, resultando em edificações mais seguras, duráveis e adequadas às necessidades dos usuários.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Patologias na construção civil

A prevenção e resolução de afecções na construção civil são reguladas por meio de legislações e normas técnicas específicas, que definem orientações e critérios a fim de assegurar a segurança e a longevidade das edificações. No contexto brasileiro, são especialmente relevantes a Lei de Desempenho das Edificações (Lei nº 11.888/2008) e a Norma de Desempenho ABNT NBR 15575 (Sena; Viana, 2021).

Esses dispositivos normativos estabelecem requisitos mínimos para o desempenho das construções, contemplando aspectos como estabilidade estrutural, conforto térmico e acústico, vedação contra infiltrações, resistência ao tempo e acessibilidade (Gonzales *et al.*, 2020).

Esta abordagem corrobora para evitar erros e falhas que poderiam resultar em possíveis anomalias ao longo do tempo. Inclusive, essas diretrizes legais e técnicas fornecem um referencial importante para profissionais do setor da construção, como arquitetos, engenheiros e técnicos, orientando suas atividades e responsabilidades no sentido de prevenir e corrigir manifestações patológicas (Sena; Viana, 2021).

Ao aderir a essas orientações, esses profissionais se comprometem com a entrega de edificações que atendam aos requisitos de desempenho estipulados, promovendo assim a segurança e a satisfação dos usuários (Ferreira *et al.*, 2018).

Do mesmo modo, essas normas desempenham um papel crucial na fiscalização e asseguram a qualidade das construções. Órgãos reguladores e entidades profissionais têm a possibilidade de utilizar as legislações e normas técnicas como referência para verificar a conformidade dos projetos e das obras em relação aos requisitos estipulados. Esse processo possibilita um controle mais rigoroso e uma monitorização mais eficiente do processo construtivo, reduzindo a ocorrência de manifestações patológicas resultantes de práticas inapropriadas (Jesus *et al.*, 2019).

Dessa forma, a aplicação adequada das legislações e normas técnicas relacionadas à prevenção e correção de manifestações patológicas é indispensável para garantir construções mais seguras, duráveis e preparadas para resistir às adversidades ao longo do tempo. Esses instrumentos funcionam como referência para orientar as ações que asseguram a integridade e a resiliência das edificações.

Ao estabelecerem diretrizes precisas e requisitos de desempenho, essas normativas promovem a adoção de boas práticas construtivas, a seleção de materiais adequados e uma fiscalização eficaz das edificações. Consequentemente, contribuem para a diminuição de afeções, assegurando a qualidade e a sustentabilidade das construções ao longo do tempo (Pereira; Carvalho, 2020).

As manifestações patológicas na construção civil são decorrentes das distintas condições nas quais a obra em questão está inserida. Na indústria da construção, são comumente encontrados diversos tipos de manifestações que podem ocorrer em edificações. Fissuras, trincas, infiltrações, deslocamentos e corrosão são alguns exemplos. Cada uma delas apresenta características particulares, origens específicas e implicações diversas (Souza, 2019).

As fissuras são rupturas no material que ocorrem devido a ações mecânicas ou físico-químicas, sendo classificadas conforme sua abertura e comportamento ao longo do tempo. Segundo a NBR 9575 (2003), fissuras possuem até 0,5 mm de abertura; acima desse valor, são consideradas trincas. Elas podem surgir por diversos fatores, como sobrecargas, variações de temperatura, retração e expansão dos materiais, recalque de fundações e reações químicas (Magalhães, 2004; Sahade, 2005; Taguchi, 2010). Além disso, podem ser ativas, quando variam ao longo do tempo, ou passivas, quando permanecem estáveis. O conhecimento da origem e do comportamento das fissuras é essencial para garantir a segurança estrutural, pois sua evolução pode comprometer a integridade da edificação. A Figura 1 representa uma fissura no revestimento interno:

Figura 1- Fissura no revestimento externo da fachada



Fonte: Zuchetti (2015).

As trincas são aberturas lineares na superfície de materiais sólidos, com espessura entre 0,5 mm e 1,0 mm, resultantes da ruptura parcial do material. Segundo Thomaz (1996), as trincas podem ser causadas por variações de umidade nos materiais de construção civil, sendo semelhantes às provocadas por mudanças de temperatura. Essas aberturas ocorrem devido às propriedades hidrotérmicas dos materiais e às amplitudes das variações de temperatura e umidade. Dessa forma, compreender sua origem e evolução é essencial para garantir a estabilidade e segurança das edificações. A Figura 2 representa uma trinca em uma viga de sustentação:

Figura 2 - Trinca em viga de sustentação



Fonte: Lottermann, 2010 *et al* (Morais 2020).

Nesse contexto, as infiltrações surgem como uma questão comumente encontrada, um fenômeno caracterizado pelo vazamento de água de fontes externas ou de sistemas hidráulicos para a superfície revestida, ocorrendo por meio de fissuras, falhas na impermeabilização ou devido à capacidade de absorção do material. Esse processo pode comprometer a durabilidade e a resistência das estruturas, tornando essencial a adoção de medidas preventivas e corretivas para minimizar seus impactos (Holanda, 2015). Essas ocorrências podem ter origem em problemas relacionados à falha na impermeabilização, ausência de um sistema de drenagem adequado, defeitos nos telhados, execução inadequada das juntas, entre outros fatores (Gonzales *et al.*, 2020).

As infiltrações, representadas na Figura 3, além de resultarem na deterioração dos materiais, podem propiciar o surgimento de mofo e fungos, bem como a corrosão das armaduras, ocasionando danos estéticos, problemas de saúde e significativos danos estruturais. Portanto, a prevenção e o combate eficaz são de extrema importância para a preservação da integridade das edificações (Nóbrega, 2019).

Figura 3 - Parede com infiltração



Fonte: Freepik (2023).

Já os deslocamentos se referem à separação de revestimentos, como cerâmicas, argamassas, azulejos, entre outros, da superfície das paredes ou pisos. Esses desprendimentos podem ocorrer devido a problemas de aderência entre os materiais, inadequada dilatação e contração, falhas na aplicação dos revestimentos, entre outros fatores (Jesus *et al.*, 2019).

Além de comprometerem a estética do ambiente, os deslocamentos podem acarretar problemas de segurança, especialmente quando ocorrem em locais de tráfego intenso. É fundamental adotar medidas de prevenção, garantindo adequada aderência e aplicação dos revestimentos, bem como considerando os aspectos de dilatação e contração dos materiais utilizados (Siqueira, 2018). A Figura 4 representa um deslocamento cerâmico em revestimento interno:

Figura 4 - Deslocamento cerâmico em revestimento interno



Fonte: Barboza (2016)

A manifestação patológica mais comum na construção civil ocorre por meio da corrosão (Figura 5), especialmente em estruturas de concreto armado expostas a ambientes agressivos, como regiões costeiras ou áreas industriais. A corrosão é o processo de deterioração das armaduras devido à exposição a agentes corrosivos, como água salgada, umidade, gases poluentes, entre outros (Gonzales *et al.*, 2020).

Figura 5 - Corrosão nas armaduras



Fonte: Oliveira (2023)

Essa manifestação patológica compromete a resistência estrutural, reduzindo a capacidade das construções de suportar cargas e aumentando o risco de colapso. Para prevenir a corrosão, é fundamental adotar medidas de proteção, como a

utilização de materiais resistentes à corrosão e a aplicação de técnicas adequadas de proteção e manutenção (Cordeiro *et al.*, 2021).

As manifestações patológicas que surgem nas edificações possuem naturezas distintas, causas variadas e impactos que podem ir de simples comprometimentos estéticos até riscos estruturais graves. Um diagnóstico correto e uma intervenção eficiente são essenciais para preservar a segurança, a funcionalidade e a vida útil das construções (Bambirra *et al.*, 2019).

Erros cometidos na fase de concepção do projeto representam uma das principais origens das manifestações nas edificações. A negligência em relação ao correto dimensionamento das estruturas, à consideração das cargas atuantes ou à previsão de juntas de dilatação pode comprometer a integridade da construção. Esses equívocos técnicos favorecem o surgimento de fissuras, trincas e outros danos que afetam a durabilidade e o desempenho da obra ao longo do tempo (Nóbrega, 2019).

No contexto da construção civil, a utilização de mão de obra não qualificada, a falta de supervisão adequada e a negligência nos procedimentos construtivos podem ocasionar uma série de problemas, com destaque para desalinhamentos estruturais, erros na concretagem e compactação insuficiente do solo (Cordeiro *et al.*, 2021).

A presença de trabalhadores sem a devida capacitação técnica pode resultar em falhas na execução dos elementos estruturais, comprometendo sua integridade e resistência. Além disso, a ausência de uma supervisão efetiva durante as etapas construtivas pode levar a práticas inadequadas, como o uso incorreto de materiais, a aplicação deficiente de revestimentos e a falta de aderência entre as camadas dos elementos construtivos (Nóbrega, 2019).

Outro aspecto relevante é a negligência nos procedimentos construtivos, como a falta de compactação adequada do solo antes da construção de fundações, o que pode resultar em recalques diferenciais e deslocamentos indesejados. Da mesma forma, erros na concretagem, como mistura inadequada dos materiais, falta de cura adequada do concreto e falhas na execução das armaduras, podem comprometer a resistência e durabilidade das estruturas (Nóbrega, 2019).

Outra causa relevante de manifestações patológicas é o uso inadequado de materiais na construção. A seleção de materiais de baixa qualidade, que não estejam em conformidade com as normas técnicas aplicáveis ou que sejam inadequados para as necessidades específicas, pode resultar em problemas estruturais e de infiltração (Bambirra *et al.*, 2019).

Quando se utiliza um concreto com baixa resistência, por exemplo, a capacidade de suportar cargas é reduzida, o que favorece o surgimento de fissuras e deslocamentos. Da mesma forma, o emprego de aço com especificações incorretas nas armaduras pode resultar em processos de corrosão precoce, colocando em risco a estabilidade e a durabilidade da estrutura (Nóbrega, 2019).

A aplicação de revestimentos que não oferecem uma adequada impermeabilização pode favorecer a penetração de água nas estruturas, ocasionando o surgimento de infiltrações e o aumento da umidade interna. Essas condições são prejudiciais à integridade da edificação, pois aceleram a deterioração dos materiais, estimulam a formação de mofo e fungos, além de contribuírem para a corrosão das armaduras, o que compromete a vida útil e a segurança da construção (Bambirra *et al.*, 2019).

A negligência na realização de manutenção regular e adequada das edificações também pode ser um fator que contribui para o aparecimento de manifestações patológicas. Quando inspeções, reparos e limpezas necessárias não são realizados de forma adequada e periódica, problemas existentes podem se agravar ao longo do tempo, comprometendo tanto a durabilidade quanto a segurança das estruturas (Bambirra *et al.*, 2019).

Aliás, as condições ambientais adversas têm um impacto significativo no surgimento de patologias. Exposição a altas temperaturas, umidade excessiva, chuvas intensas, ventos fortes e a presença de substâncias químicas corrosivas podem acelerar o processo de deterioração das construções e contribuir para o surgimento de problemas estruturais e de infiltração (Bambirra *et al.*, 2019).

Particularmente, a aplicação de cargas excessivas além da capacidade projetada, a instalação inadequada de equipamentos e a falta de cuidado na manutenção dos sistemas internos podem resultar em deslocamento de revestimentos, falhas em sistemas hidráulicos e elétricos, e outros problemas correlacionados (Assis; Hippert, 2022).

É importante ressaltar que as patologias na construção civil frequentemente são resultado da interação de diversas causas simultâneas. Portanto, é essencial adotar práticas construtivas adequadas, selecionar materiais apropriados, realizar manutenção regular e considerar as condições ambientais, a fim de prevenir a ocorrência desses problemas e assegurar a durabilidade, segurança e funcionalidade das edificações (Bambirra *et al.*, 2019).

2.2 Prevenção e Controle Patológico

A análise e avaliação de defeitos na construção civil representam etapas fundamentais para a compreensão da natureza e da extensão dos problemas presentes nas estruturas. A correta identificação das causas e o entendimento do comportamento patológico das edificações possibilitam a aplicação de soluções adequadas, contribuindo para a segurança, durabilidade e desempenho das construções (Silva *et al.*, 2022).

Uma variedade de procedimentos e metodologias é utilizada para identificar e avaliar defeitos em estruturas, com destaque para os métodos não invasivos. Técnicas como ultrassom, termografia, radiografia e radar de penetração de solo permitem inspecionar as condições internas e externas das estruturas sem provocar danos, viabilizando a detecção de rachaduras, fissuras, deslocamentos e outras anomalias, além de possibilitar a verificação da integridade dos materiais utilizados (Assis; Hippert, 2022).

A análise aprofundada dos materiais empregados na construção é fundamental para o diagnóstico de patologias estruturais. Por meio da coleta de amostras e da realização de ensaios laboratoriais, é possível obter informações sobre características essenciais dos materiais, como resistência, composição química, porosidade e capacidade de impermeabilização. Esses dados contribuem para a compreensão do comportamento dos materiais ao longo do tempo e ajudam a identificar as possíveis causas da deterioração (Silva *et al.*, 2022).

Além das avaliações pontuais, o monitoramento contínuo das estruturas é uma prática cada vez mais adotada. Por meio de sensores e instrumentação adequada, é viável acompanhar parâmetros como deformações, deslocamentos, vibrações e variações térmicas, permitindo a identificação precoce de alterações indesejáveis e o acompanhamento da evolução de possíveis patologias (Assis; Hippert, 2022).

A correta identificação das causas dos defeitos constitui etapa essencial para a definição de intervenções eficazes. Um diagnóstico detalhado permite a escolha das ações mais apropriadas, que podem envolver desde reparos localizados e reforço estrutural até a substituição de elementos e a adequação de sistemas de drenagem, garantindo a recuperação das condições de desempenho da edificação (Silva *et al.*, 2022).

Além de orientar as ações corretivas, um diagnóstico bem conduzido possibilita a implementação de medidas preventivas, reduzindo o risco de recorrências. A compreensão das causas facilita a adoção de boas práticas construtivas, a seleção adequada de materiais e o planejamento de programas de manutenção preventiva, promovendo a durabilidade, segurança e qualidade das edificações (Neves; Vazquez, 2021).

A prevenção de defeitos deve ser contemplada desde a fase de projeto. É fundamental incorporar práticas que assegurem a durabilidade e a funcionalidade da estrutura, como a seleção apropriada de sistemas construtivos, o dimensionamento correto dos elementos estruturais, a previsão de juntas de dilatação e a implementação de sistemas de drenagem eficientes. Projetos que considerem as condições ambientais locais e as particularidades da construção reduzem significativamente a probabilidade de ocorrência de patologias (Neves; Vazquez, 2021).

Durante a execução da obra, o controle de qualidade torna-se indispensável. A qualificação da mão de obra, a supervisão rigorosa das atividades e o cumprimento das normas técnicas e especificações de projeto são práticas que asseguram a conformidade e evitam a geração de defeitos. A realização de ensaios de controle, como testes de resistência do concreto e verificação da espessura de revestimentos, permite a identificação precoce de problemas que poderiam comprometer a durabilidade da estrutura (Neves; Vazquez, 2021).

A utilização de materiais de qualidade comprovada, compatíveis com as condições de uso e exposição, também é fundamental. A resistência dos materiais, sua durabilidade frente a agentes agressivos e suas propriedades de impermeabilização devem ser cuidadosamente consideradas durante a seleção de insumos (Bittencourt, 2021).

A manutenção preventiva desempenha um papel estratégico na gestão das patologias, por meio da implementação de programas de manutenção regulares, com inspeções periódicas e intervenções corretivas oportunas, contribui para prolongar a vida útil das estruturas. Ações como a limpeza de sistemas de drenagem, o reparo de fissuras e trincas, e a aplicação de impermeabilizantes em superfícies expostas são essenciais para preservar o desempenho das edificações (Brito, 2017).

Nos últimos anos, inovações tecnológicas têm ampliado as possibilidades de prevenção e controle de patologias. As técnicas de inspeção não destrutiva tornaram-

se mais sofisticadas, permitindo avaliações mais detalhadas e precisas. Equipamentos como sensores de deformação, umidade e vibração viabilizam o monitoramento estrutural em tempo real, proporcionando dados relevantes para a detecção precoce de anomalias (Cordeiro *et al.*, 2021).

No campo dos materiais, novas soluções vêm sendo desenvolvidas para aprimorar a resistência e a durabilidade das estruturas. O uso de concretos de alta resistência, barras de fibras de vidro, compósitos reforçados com fibras e revestimentos especiais oferece maior proteção contra agentes agressivos. A aplicação de aditivos e tratamentos específicos também tem contribuído para a melhoria das propriedades dos materiais convencionais, como a impermeabilidade e a resistência à corrosão (Brito, 2017).

A tecnologia da informação desempenha um papel cada vez mais relevante no controle de patologias. Softwares de modelagem e simulação estrutural possibilitam a análise de diversos cenários e o planejamento de soluções adequadas, enquanto sistemas informatizados de gestão da manutenção facilitam o acompanhamento das atividades, o agendamento de inspeções e o registro histórico das intervenções (Silva *et al.*, 2022; Cordeiro *et al.*, 2021).

A qualificação dos profissionais envolvidos em todas as etapas do processo construtivo é outro fator determinante na prevenção e no controle das patologias. A atualização constante em relação às normas técnicas, às boas práticas de projeto e execução, e às tecnologias emergentes permite decisões mais acertadas e intervenções mais eficazes (Brito, 2017).

Além disso, o monitoramento estrutural contínuo, com o uso de tecnologias avançadas, permite uma abordagem proativa na manutenção das edificações. A detecção precoce de anomalias, viabilizada por sistemas de monitoramento, possibilita a realização de correções antes que os danos se agravem, representando uma estratégia eficiente para a preservação das estruturas.

Nos casos em que as patologias já estão instaladas, é imprescindível que a análise e o diagnóstico sejam conduzidos por profissionais especializados. A identificação das causas e a definição das técnicas de recuperação mais adequadas requerem conhecimento técnico aprofundado e experiência prática, assegurando a eficácia das intervenções e a preservação da integridade estrutural.

A formação técnica e científica contínua dos profissionais do setor constitui uma base sólida para enfrentar os desafios relacionados às patologias construtivas. A

compreensão aprofundada dos mecanismos de degradação, do comportamento dos materiais e das técnicas de inspeção e reparo fortalece a capacidade do setor em promover a qualidade, a segurança e a durabilidade das obras.

Ao investir na capacitação dos profissionais e na adoção de práticas e tecnologias adequadas, é possível não apenas corrigir falhas existentes, mas, sobretudo, preveni-las, promovendo edificações mais seguras, duráveis e eficientes. A prevenção e o tratamento adequado das patologias resultam em ganhos significativos, não apenas em termos de segurança e conforto para os usuários, mas também em termos de economia de recursos e valorização dos empreendimentos (Brito, 2017).

Em suma, a prevenção e o controle das patologias na construção civil devem ser abordados de forma integrada e multidisciplinar, abrangendo desde o planejamento e o projeto até a execução, a manutenção e a gestão das edificações. A implementação de boas práticas, aliada ao uso de tecnologias avançadas e à capacitação contínua dos profissionais, é essencial para garantir a qualidade, a segurança e a durabilidade das construções (Cordeiro *et al.*, 2021).

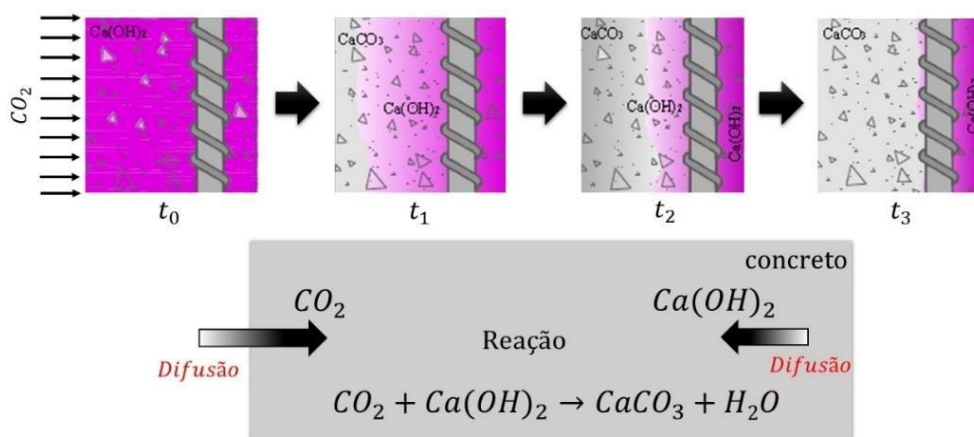
2.3 Principais patologias em estruturas na construção civil

As estruturas de concreto representam um dos sistemas construtivos mais utilizados no Brasil, devido à sua resistência, versatilidade e longa durabilidade. Contudo, com o passar do tempo, essas estruturas estão sujeitas a diferentes manifestações patológicas que, quando não identificadas e não tratadas de forma adequada, podem comprometer sua estabilidade e reduzir significativamente sua vida útil.

Entre as principais patologias, destaca-se a carbonatação, um fenômeno químico que contribui para a degradação do concreto, especialmente em ambientes de elevada umidade como a região amazônica. Esse processo ocorre quando o dióxido de carbono (CO_2) da atmosfera se dissolve na umidade superficial do concreto, formando ácido carbônico (H_2CO_3), que reage com os hidróxidos presentes na matriz cimentícia, em especial o hidróxido de cálcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), originando carbonato de cálcio (CaCO_3). Embora o carbonato de cálcio seja insolúvel, sua formação reduz a alcalinidade do concreto, comprometendo a proteção natural das

armaduras contra a corrosão (Félix; Carrazedo; Possan, 2017; Silva *et al.*, 2022). A Figura 6 abaixo representa o esquema do avanço da carbonatação do concreto:

Figura 6 - Representação esquemática do avanço da carbonatação do concreto



Legenda:

■ Zona não carbonatada ■ Zona parcialmente carbonatada ■ Zona carbonatada

Fonte: Félix; Carrazedo; Possan, (2017)

Com a diminuição do pH, as armaduras tornam-se suscetíveis à corrosão, processo ainda mais agravado pela presença de íons cloreto que penetram com facilidade através da porosidade e fissuras do concreto. A interação entre carbonatação e corrosão gera um ciclo de degradação acelerada, resultando em fissuração, perda de aderência entre o aço e o concreto, e consequente redução da capacidade estrutural da edificação (Aires, 2022).

Outro fenômeno patológico importante é a fissuração provocada por variações térmicas e ciclos de umedecimento e secagem. Na região amazônica, as oscilações diárias de temperatura induzem movimentos diferenciais de expansão e contração no concreto, favorecendo a formação de fissuras, especialmente em zonas de interfaces estruturais (Sena; Viana, 2021).

Além disso, a deterioração química do concreto é um problema recorrente em ambientes com alta concentração de agentes agressivos, como ácidos orgânicos e sais. Esses compostos penetram pelas fissuras e poros, reagindo com os componentes da pasta de cimento e originando produtos expansivos ou instáveis. Essas reações aumentam a porosidade do material, reduzem sua resistência e aceleram a corrosão das armaduras (Sena; Viana, 2021).

Ainda no contexto das reações deletérias, destaca-se o risco associado à reação álcali-agregado. Essa reação ocorre quando álcalis do cimento (sódio e potássio) interagem com sílica reativa presente em certos agregados, formando um gel expansivo que gera tensões internas e fissuração no concreto. Essas fissuras servem como via de acesso para umidade e agentes agressivos, intensificando o processo de degradação. A prevenção envolve a seleção cuidadosa dos materiais, controle da dosagem do cimento e aplicação de práticas de cura adequadas (Patrício; Chagas, 2023).

Portanto, o conhecimento das principais patologias e de seus mecanismos de ação é essencial para a elaboração de projetos mais duráveis e para a definição de estratégias eficazes de manutenção preventiva e corretiva. No contexto amazônico, marcado por condições ambientais severas, essa atenção se torna ainda mais relevante para garantir a longevidade e a segurança das estruturas de concreto armado.

2.4 Manifestações patológicas em regiões costeiras

Além das manifestações patológicas gerais, alguns ambientes agressivos, como as regiões costeiras, introduzem desafios extras à durabilidade das edificações, devido à combinação de fatores climáticos e químicos intensificados pela proximidade com o mar.

As regiões costeiras do Brasil, marcadas por elevada umidade, salinidade e variações climáticas, impõem desafios significativos à durabilidade das edificações. Essas condições ambientais intensificam processos patológicos que comprometem a integridade das estruturas e demandam soluções construtivas específicas.

Um dos principais problemas enfrentados é a corrosão de estruturas metálicas, acelerada pela presença de íons cloreto provenientes da água do mar e de aerossóis salinos. Esses agentes penetram nas superfícies metálicas e promovem reações eletroquímicas que resultam na formação de óxidos e hidróxidos, reduzindo a resistência estrutural e exigindo manutenção constante (Sena; Viana, 2021).

Além disso, a degradação de revestimentos e pinturas em ambientes litorâneos é agravada pela combinação de umidade, salinidade e radiação ultravioleta (UV). A penetração de água e sais provoca descolamento e fissuração dos revestimentos,

enquanto a radiação UV acelera a deterioração química dos materiais, comprometendo a proteção das superfícies (Aires, 2022).

As infiltrações representam outra patologia recorrente. Falhas no sistema de impermeabilização e drenagem, aliadas à constante exposição à umidade, favorecem a penetração de água em elementos estruturais como telhados, paredes e fundações. Isso resulta em fissuras, degradação do concreto e da alvenaria, além de contribuir para a proliferação de micro-organismos que afetam a saúde dos ocupantes (Martins; Pessoa; Nascimento, 2017).

A salinidade atmosférica e do solo também desempenha um papel relevante na deterioração das edificações. A deposição de aerossóis salinos nas superfícies construtivas e a presença de íons cloreto no solo comprometem fundações e elementos enterrados, acelerando processos de corrosão tanto no aço quanto no concreto armado (Aires, 2022).

A elevada umidade relativa do ar nas regiões costeiras facilita a condensação de vapor d'água nas superfícies internas e externas das construções. Esse fenômeno não só acelera a degradação de materiais como também favorece o surgimento de patologias como eflorescências, infiltrações e o desenvolvimento de fungos e bactérias (Patrício; Chagas, 2023).

Além das condições químicas e físicas, os agentes atmosféricos, como ventos fortes, chuvas intensas e variações de maré, provocam estresse mecânico nas edificações, resultando em abrasão, processos erosivos e riscos estruturais adicionais (Bonifácio; Santana; Periotto, 2020).

Os impactos socioeconômicos e ambientais decorrentes dessas manifestações patológicas são consideráveis. Além de gerar custos elevados com reparos e manutenção, a deterioração das edificações compromete atividades econômicas e pode afetar ecossistemas sensíveis, como manguezais e corpos d'água costeiros (Sena; Viana, 2021).

Para mitigar esses problemas, é fundamental adotar uma abordagem integrada que contemple a seleção de materiais resistentes, sistemas de impermeabilização eficazes, técnicas construtivas adaptadas às condições locais e um plano rigoroso de manutenção preventiva. O uso de concretos especiais, aços inoxidáveis e revestimentos protetivos, aliado a inspeções periódicas e monitoramento das condições estruturais, é essencial para assegurar a durabilidade e segurança das edificações em regiões costeiras (Patrício; Chagas, 2023).

Por fim, a formulação de diretrizes normativas específicas para construções litorâneas e a incorporação de critérios de resiliência climática nos projetos urbanos são medidas imprescindíveis para reduzir a vulnerabilidade das comunidades costeiras e promover um desenvolvimento sustentável e seguro ao longo do tempo (Bonifácio; Santana; Periotto, 2020).

2.5 Medidas de prevenção e reparo

A adequação dos projetos estruturais às condições específicas da região amazônica é essencial para garantir a durabilidade e a segurança das edificações em concreto armado. O ambiente amazônico impõe desafios significativos como umidade elevada, interação com a vegetação, agressividade do solo e variações climáticas que demandam soluções projetuais e construtivas apropriadas (Silva, 2022).

A escolha e o desempenho dos materiais utilizados desempenham papel fundamental nesse contexto. O uso de concretos de baixa permeabilidade, enriquecidos com adições minerais como sílica ativa ou cinza volante, contribui para a densificação da matriz cimentícia, reduzindo a penetração de umidade e de agentes agressivos. Essa estratégia retarda fenômenos como carbonatação e corrosão das armaduras, prolongando a vida útil da estrutura (Martins; Pessoa; Nascimento, 2017).

Complementarmente, a seleção de aços com maior resistência à corrosão e a aplicação de sistemas de reforço com fibras de carbono e laminados poliméricos auxiliam no fortalecimento das regiões mais suscetíveis a fissuração. A presença de juntas de dilatação adequadamente dimensionadas é igualmente importante, permitindo a acomodação de variações térmicas e mitigando o surgimento de fissuras estruturais.

O dimensionamento cuidadoso das seções estruturais, aliado ao reforço de zonas críticas, amplia a capacidade de suporte da estrutura e contribui para seu desempenho em longo prazo. Para alcançar tais resultados, a elaboração dos projetos deve integrar diferentes áreas do conhecimento, envolvendo engenheiros civis, arquitetos e especialistas em materiais, de forma a considerar plenamente as particularidades ambientais, climáticas e funcionais da região.

Além da composição e do dimensionamento estrutural, a proteção das superfícies de concreto é um aspecto crucial. O uso de aditivos impermeabilizantes e de revestimentos protetores tem se mostrado uma estratégia eficaz para preservar a

integridade das estruturas na Amazônia (Patrício; Chagas, 2023). A incorporação de aditivos como sílica ativa não apenas aumenta a densidade do concreto, como também melhora sua resistência química e física frente à ação de agentes agressivos (Sena; Viana, 2021).

A aplicação de revestimentos impermeáveis, tais como membranas poliméricas, epóxi e poliuretano, forma uma barreira adicional contra a penetração de umidade e de substâncias químicas. Essa combinação de ações — aditivos internos e barreiras externas — proporciona uma abordagem integrada de proteção, essencial em um ambiente caracterizado por elevados índices pluviométricos e constante presença de umidade atmosférica (Martins; Pessoa; Nascimento, 2017).

Entretanto, para garantir a durabilidade das estruturas, não basta apenas projetar e executar com qualidade: é indispensável estabelecer um plano de manutenção contínua e preventiva. A realização periódica de inspeções estruturais permite a detecção precoce de fissuras, corrosão de armaduras, desgaste superficial e outros sinais de degradação (Martins; Pessoa; Nascimento, 2017). Essas inspeções devem ser adaptadas às condições locais, levando em conta a frequência de chuvas, as variações térmicas e a interação com a vegetação (Patrício; Chagas, 2023).

A implementação de tecnologias de monitoramento estrutural, como sensores de umidade, corrosão e vibração, aprimora ainda mais as estratégias de manutenção. Sistemas de monitoramento contínuo proporcionam dados em tempo real, permitindo a antecipação de intervenções e reduzindo o risco de falhas críticas (Bonifácio; Santana; Periotto, 2020).

Quando danos já estiverem presentes, os procedimentos de reparo devem seguir uma abordagem criteriosa. Inicialmente, é necessário remover completamente as regiões comprometidas, seja por corrosão, fissuração ou delaminação, por meio de métodos mecânicos como jateamento abrasivo. As armaduras expostas devem ser devidamente limpas e tratadas com revestimentos protetores, prevenindo futuras corrosões (Silva; Cabral, 2014).

A recomposição das áreas danificadas deve ser realizada com argamassas de reparo específicas, formuladas com cimentos modificados e aditivos que garantam aderência e resistência em ambientes úmidos. A seleção dos materiais de reparo deve considerar as condições particulares da região, como umidade elevada, interação com a vegetação e exposição contínua a agentes agressivos.

Adicionalmente, técnicas de reforço estrutural, como o uso de laminados de polímero reforçado com fibras de carbono (CFRP), podem ser aplicadas para restaurar e até ampliar a capacidade de carga das áreas reparadas. Essas soluções contribuem para evitar o surgimento de novas fissuras e garantem maior segurança e durabilidade à edificação (Souza *et al.*, 2019).

Em síntese, a prevenção e o reparo de patologias em estruturas de concreto armado na região amazônica requerem uma abordagem multidisciplinar e integrada. A escolha de materiais adequados, o emprego de técnicas de proteção e impermeabilização, a implementação de um plano de manutenção preventiva e o uso de tecnologias avançadas de monitoramento e reforço formam um conjunto de ações que, se devidamente planejado e executado, assegura a longevidade e o desempenho das estruturas frente aos desafios impostos pelo ambiente amazônico.

3 METODOLOGIA

Do ponto de vista metodológico, esta pesquisa foi conduzida por meio de uma abordagem qualitativa, com caráter exploratório e comparativo, fundamentada em uma revisão bibliográfica sistematizada. Essa escolha permitiu examinar com profundidade as manifestações patológicas mais recorrentes na construção civil, compreendendo suas causas, formas de diagnóstico e estratégias eficazes de prevenção e correção.

A abordagem qualitativa foi adotada por possibilitar a análise interpretativa de conteúdos técnicos e teóricos, conforme defendem Bittencourt (2021) e Patrício e Chagas (2023), que destacam sua adequação em estudos voltados à Engenharia Civil, sobretudo quando o foco está na compreensão de fenômenos complexos e multicausais. A natureza exploratória se justifica pelo objetivo de identificar padrões e lacunas na literatura recente sobre patologias construtivas, enquanto a perspectiva comparativa visou relacionar diferentes técnicas, contextos ambientais e soluções adotadas.

Os dados foram obtidos a partir de fontes secundárias disponíveis em plataformas científicas como Google Acadêmico, SciELO, e repositórios digitais de universidades públicas brasileiras. Para orientar a busca, utilizei palavras-chave como: patologias construtivas, diagnóstico estrutural, preservação de imóveis, manutenção predial.

Os critérios de inclusão foram os seguintes:

- Publicações entre 2019 e 2025;
- Pertinência direta aos objetivos propostos;
- Clareza metodológica e aplicabilidade prática à Engenharia Civil;
- Acesso ao conteúdo completo, em português ou inglês.

A triagem identificou 35 documentos dos quais foram selecionados após avaliação criteriosa. Entretanto, foram utilizadas, de maneira pontual, obras e documentos normativos publicados em anos anteriores ao recorte estabelecido, considerando sua relevância técnica e acadêmica amplamente reconhecida. Entre esses documentos, destacam-se normas da ABNT, manuais técnicos e trabalhos clássicos frequentemente citados na literatura especializada sobre manifestações patológicas em estruturas de concreto armado. Para fins de organização e análise, procedeu-se à categorização temática dos artigos, agrupando-os conforme os seguintes eixos:

- Manifestações patológicas mais frequentes: fissuras, infiltrações, corrosão, deslocamentos e trincas;
- Causas predominantes: fatores ambientais, falhas de projeto, execução e manutenção;
- Técnicas de diagnóstico utilizadas: inspeções visuais, ensaios não destrutivos e análises laboratoriais;
- Soluções de reparo e estratégias de prevenção: impermeabilização, reforço estrutural, manutenção preventiva;
- Contextos ambientais críticos, com destaque para regiões amazônica e costeira, caracterizadas por umidade elevada, presença de sais e variações térmicas.

Essa metodologia permitiu consolidar um referencial técnico robusto, coerente com a prática profissional da engenharia civil, fornecendo subsídios para a discussão crítica dos resultados e para a elaboração de recomendações aplicáveis à preservação das edificações.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Principais manifestações patológicas identificadas

Durante a análise das manifestações patológicas na construção civil, foram identificados diversos tipos de danos que afetam diretamente a integridade estrutural dos imóveis, bem como seu desempenho ao longo do tempo. Algumas das manifestações patológicas encontradas foram eflorescência, mofo, bolor, manchas, descoloração, álcali-agregado, dentre essas manifestações as mais prevalentes observadas incluem fissuras, trinca, infiltrações, corrosão de armaduras, descolamento de revestimentos, entre outras. Cada uma dessas falhas tem causas específicas e consequências significativas para a durabilidade e segurança das edificações.

4.2 Caracterização das manifestações patológicas

4.2.1 Fissuras

As fissuras, em exemplificação, foram majoritariamente associadas a problemas no projeto estrutural, como a falta de dimensionamento adequado, ou ainda à execução inadequada das fundações, resultando em movimentos diferenciais do solo. Em alguns casos, as fissuras também foram atribuídas ao envelhecimento dos materiais, que perdem a capacidade de suportar as tensões a que são submetidos ao longo do tempo. (Bezerra, 2023).

4.2.2 Infiltrações

As infiltrações, por sua vez, têm como principais causadores a falhas nos sistemas de impermeabilização, agravadas por condições climáticas adversas, como chuvas intensas e prolongadas. Essas infiltrações comprometem a estabilidade das estruturas, podendo causar deterioração acelerada dos materiais e até risco de colapso em áreas mais críticas da edificação (Heerdt; Pio; Bleichvel, 2016).

4.2.3 Corrosão de armaduras

A corrosão de armaduras foi observada sobretudo em ambientes onde a umidade excessiva favoreceu o processo de oxidação do aço. A presença de cloretos,

frequentemente oriundos da utilização de materiais inadequados ou da exposição ao ambiente marinho, também acelerou esse processo (Sena; Viana, 2021)

4.2.4 Descolamento de revestimentos

O descolamento de revestimentos é um problema frequentemente correlato à execução inadequada dos acabamentos, como o uso de argamassas de baixa qualidade ou a falta de aderência entre o substrato e o revestimento (Oliveira, 2023)

4.3 Técnicas de diagnóstico utilizadas

4.3.1 Inspeção visual

O diagnóstico das anomalias observadas foi realizado com o uso de diferentes técnicas, cada uma com suas particularidades e níveis de eficácia. A inspeção visual se mostrou uma das primeiras abordagens adotadas, sendo eficaz para identificar fissuras e descolamentos superficiais. Todavia, esse método possui limitações significativas, uma vez que não consegue detectar falhas internas ou ocultas, como infiltrações no interior das paredes ou a corrosão de armaduras, que podem não ser visíveis externamente (Albuquerque; Gonçalves, 2015).

4.3.2 Técnicas não destrutivas

O uso de métodos não destrutivos mostrou-se bastante promissor, para diagnóstico de infiltrações e umidade. A termografia infravermelha, por exemplo, permitiu a identificação precisa de áreas úmidas, que poderiam passar despercebidas em uma inspeção visual convencional (Santos; Rocha; Póvoas, 2019).

Em paralelo, essa técnica também apresenta limitações, como a necessidade de condições específicas de temperatura e umidade para que o resultado seja confiável.

Outro método importante foi o ultrassom, utilizado para avaliar a integridade das estruturas de concreto, especialmente na detecção de trincas internas e na avaliação da presença de corrosão nas armaduras. O ultrassom mostrou-se eficaz, mas, em algumas situações, os resultados podem ser influenciados pela presença de outras estruturas metálicas próximas, o que pode interferir na precisão das leituras (Silva; Rocha; Monteiro, 2019).

4.3.4 Análise laboratorial

A análise laboratorial de amostras de concreto e outros materiais foi uma das abordagens mais detalhadas para o diagnóstico de manifestações patológicas mais complexas, como a corrosão das armaduras. Essa técnica, embora precisa, envolve custos elevados e demanda tempo para a obtenção dos resultados, o que a torna menos viável em projetos de grande escala ou quando se busca uma solução imediata (Silva *et al.*, 2022).

4.4 Técnicas de correção e preservação aplicadas

4.4.1 Reparo de fissuras

No que diz respeito às soluções de preservação, as práticas adotadas dependeram da natureza e da gravidade das manifestações patológicas encontradas. Para as fissuras superficiais, as opções de reparo incluíram o uso de selantes elastoméricos (Figura 7), que apresentam boa aderência ao concreto e flexibilidade para acompanhar os movimentos da estrutura sem comprometer a estanqueidade.

Figura 7- Preenchimento da Junta com Mastique PU 40



Fonte: Côco (2024).

Em casos mais graves, foi necessário o uso de reparo estrutural, com aplicação de concreto armado ou o reforço com fibras de carbono, que conferem maior resistência à área afetada.

4.4.3 Correção de infiltrações

As infiltrações exigiram a aplicação de impermeabilizantes nas superfícies externas das edificações, além da revisão e reforço dos sistemas de drenagem. A escolha do tipo de impermeabilização variou conforme as condições específicas de cada edificação, sendo utilizadas tanto soluções líquidas quanto membranas geossintéticas, que garantem maior durabilidade. No entanto, os custos associados a esse processo podem ser significativamente altos, em alguns casos, representando entre 10% a 20% do valor total da obra, especialmente quando é necessário realizar a remoção de revestimentos e acabamentos para a aplicação dos materiais adequados.

4.4.4 Tratamento da corrosão das armaduras

Quanto à corrosão das armaduras, as soluções foram direcionadas ao uso de inibidores de corrosão, que protegem as armaduras e evitam o avanço do processo oxidativo. Em casos mais avançados, o reforço estrutural, com a substituição das armaduras comprometidas ou a adição de novos elementos de reforço, foi necessário. Essas intervenções demandam uma análise minuciosa do estado da estrutura, além de investimentos consideráveis.

4.4.5 Recuperação de revestimentos

O descolamento de revestimentos foi tratado com a remoção do material danificado e a aplicação de novos revestimentos, acompanhados de um controle rigoroso da aderência e da escolha dos materiais adequados. Técnicas como o uso de adesivos especiais ou argamassas com propriedades melhores de aderência mostraram-se eficazes. Contudo, o custo de refazer o acabamento, além do impacto estético e funcional, é um fator a ser considerado no planejamento de reparos.

4.5 Considerações sobre a viabilidade técnica e econômica

É imprescindível notar que as soluções de preservação nem sempre são simples e podem envolver altos custos, especialmente em edificações mais antigas, onde os danos podem ser extensivos. Assim, a análise detalhada da manifestação patológica, junto ao planejamento adequado de recursos e técnicas, é requerida para garantir a eficácia dos reparos e a preservação a longo prazo das construções.

4.6 Levantamento e seleção dos artigos científicos utilizados

Durante a etapa de fundamentação teórica, foi realizada uma pesquisa bibliográfica sistematizada em bases como Google Acadêmico, Scielo, e repositórios de instituições de ensino superior. Foram identificados 35 artigos científicos e trabalhos acadêmicos com temas relacionados às manifestações patológicas na construção civil, especialmente em juntas de dilatação estruturais em edifícios verticais.

A análise dos materiais coletados seguiu critérios como:

- Relevância do conteúdo para o objetivo da pesquisa;
- Atualidade das informações (prioridade para publicações dos últimos 5 anos);
- Qualidade metodológica e aplicabilidade prática dos estudos.

Após triagem detalhada:

- 35 artigos foram selecionados e utilizados efetivamente na elaboração do referencial teórico, na análise crítica das patologias e na definição das técnicas de diagnóstico e recuperação.

A escolha dos 35 artigos contribuiu para embasar tecnicamente as manifestações observadas no estudo, bem como para sustentar as decisões tomadas quanto aos métodos de inspeção, avaliação e correção dos danos patológicos identificados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No decorrer desta pesquisa, elencou-se uma série de descobertas importantes relacionadas à avaliação, diagnóstico e preservação de imóveis. As principais manifestações patológicas identificadas foram fissuras, infiltrações, corrosão das armaduras e deslocamento de revestimentos, frequentemente decorrente de falhas de projeto, execução inadequada, uso de materiais de baixa qualidade e deficiência na manutenção.

As fissuras, embora associadas a problemas de fundação e movimentação diferencial do solo, podem também ser causadas por falhas no projeto estrutural. As infiltrações, por outro lado, têm raízes na falha da impermeabilização e podem ser agravadas por condições climáticas adversas.

A corrosão das armaduras é uma das patologias mais perigosas, pois afeta

diretamente a resistência das estruturas de concreto armado, resultando em risco iminente de colapso. Por fim, o descolamento de revestimentos, frequentemente devido a problemas com a execução inadequada ou uso de materiais de baixa qualidade, impacta diretamente a estética e funcionalidade dos imóveis.

Em relação aos métodos de diagnóstico, a pesquisa demonstrou que técnicas como a inspeção visual e o uso de métodos não destrutivos, como termografia e ultrassom, são altamente eficazes na identificação precoce de manifestações patológicas, especialmente em edifícios mais antigos. Porém, essas abordagens, embora úteis, não são infalíveis e, em muitos casos, o diagnóstico mais preciso só pode ser obtido por meio de análises laboratoriais mais detalhadas.

As soluções de preservação, como o uso de impermeabilizantes, inibidores de corrosão e reforço estrutural, também se mostraram eficazes, mas é importante ressaltar que a escolha da técnica apropriada depende das condições específicas de cada manifestação patológica e da gravidade do problema identificado.

Aliás, é preciso que as práticas de manutenção e preservação considerem o uso de tecnologias sustentáveis, que minimizem o impacto ambiental e aumentem a eficiência dos reparos. A título de exemplo, o uso de materiais recicláveis ou soluções que otimizem o consumo de energia nas construções deve ser incentivado, alinhando a preservação da estrutura com a sustentabilidade ambiental.

Com isso, as manifestações patológicas observadas nas edificações exigem atenção detalhada e medidas corretivas eficazes para garantir a segurança e durabilidade das construções. O diagnóstico adequado, aliado a intervenções corretivas bem planejadas e executadas, pode evitar a degradação das estruturas e contribuir para um ambiente urbano mais seguro e sustentável.

As recomendações aqui apresentadas visam melhorar as práticas profissionais e impulsionar o desenvolvimento de soluções inovadoras e eficientes para a construção e preservação de imóveis, corroborando assim para o avanço do setor da construção civil como um todo.

REFERÊNCIAS

AIRES, Eduardo Rafael Barreira. **Análise comparativa das manifestações patológicas nas estruturas de concreto em edificações comerciais no Ceará.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Centro Universitário Unichristus. Fortaleza, 2022. Disponível em: <https://repositorio.unichristus.edu.br/>. Acesso em: 24 jan. 2025.

ALBUQUERQUE, E., & Gonçalves, B. Universidade Federal do Rio de Janeiro **ESTUDO DE PATOLOGIAS E SUAS CAUSAS NAS ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO DE OBRAS DE EDIFICAÇÕES.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2015. Disponível em: <http://www.repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10014879.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2025.

ALMEIDA, Fernando de Oliveira. *et al.* **Manifestações patológicas em revestimentos cerâmicos: Uma Revisão Teórica da Literatura.** 2023. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstreams/022850fb-4263-4781-bbdd-2ed708791a9d/download>. Acesso em: 12 jul. 2025.

ASSIS, Rita de Cássia Teixeira; HIPPERT, Maria Aparecida Steinhertz. **A Gestão da Manutenção Predial e sua Contribuição à Vida Útil das Edificações.** Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade, v. 10, n. 1, p. 8-15, 2022. Disponível em: <https://revistas.ufpel.edu.br/>. Acesso em: 08 jan. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575:2003 – Impermeabilização – Seleção e projeto.** Rio de Janeiro: ABNT, 2003. 3 p.

BAMBIRRA, Filipe Starling *et al.* **Análise de normas técnicas e a elaboração de programa de manutenção predial.** 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/>. Acesso em: 11 jan. 2025.

BEZERRA, Brenda De Souza; MENDONÇA, Fernanda Calado. **Análise do surgimento de fissuras e trincas nas dependências da comunidade doce mãe de Deus - um estudo de caso.** 2023. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstreams/7175667a-97a8-4cb4-b9dd-86cec9d52904/download>. Acesso em: 13 jul. 2025.

BITTENCOURT, Náfez Souza. **Análises de manifestações patológicas na construção civil: um estudo de caso em uma instituição pública de pesquisa.** 2021. Disponível em: <http://famamportal.com.br:8082/>. Acesso em: 20 jan. 2025.

BONIFÁCIO, Diego Rodrigues; SANTANA, Fernando Rafael Castaldelli; PERIOTTO, Caio Maciel. **Análise de Patologias em Residências Unifamiliares no Ambiente Quente e Úmido da Amazônia.** Revista de Engenharia e Tecnologia, v. 12, n. 2, 2020. Disponível em: <https://revistas.uepg.br/>. Acesso em: 13 jan. 2025.

BRITO, Thais Farias de. **Análise de Manifestações Patológicas na Construção Civil pelo Método GUT: estudo de caso em uma instituição pública de ensino superior**. 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/>. Acesso em: 09 jan. 2025.

CADERNO DE PESQUISAS EM ADMINISTRAÇÃO, São Paulo, v.1, nº 3, 2º Sem./1996. Disponível em: <https://www.hugoribeiro.com.br/>. Acesso em: 07 jan. 2025.

CÔCO, Mateus de Oliveira. **Análise crítica de patologias provocadas em juntas de dilatação estruturais de edifícios verticais**. 2024. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/44481>. Acessado em 23 jun. 2025.

CORDEIRO, Juliana Tuane de Lima; BARBOSA, Vinicius Mendes; BOAS, Debora Cristina Coutinho Vilas. **Levantamento das manifestações patológicas da construção civil: um estudo em residência domiciliar na Cidade de São Luís, Maranhão**. Research, Society and Development, v. 10, n. 12, p. e184101220487-e184101220487, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i12.20487>. Acesso em: 22 jan. 2025.

FELIX, E. F.; CARRAZEDO, R.; POSSAN, E. **Análise paramétrica da carbonatação em estruturas de concreto armado via Redes Neurais Artificiais**. Rev. ALCONPAT, Mérida, v. 7, n. 3, p. 302-316, dic. 2017. Disponível em: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-68352017000300302&lng=es&nrm=iso>. acessado em 08 jun. 2025.

FERREIRA, Angélica Rodrigues; OLIVEIRA, Ricardo Fonseca de. **Patologias na construção civil: estudo de caso em duas residenciais na cidade de Iraí de Minas-MG**. Revista GeTeC, v. 10, n. 26, 2021. Disponível em: <https://www.revistas.fucamp.edu.br/index.php/getec/article/view/2362>. Acesso em: 12 jul. 2025.

FERREIRA, Jackeline Batista. *et al.* **Manifestações patológicas na construção civil**. Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-SERGIPE, v. 5, n. 1, p. 71-71, 2018. Disponível em: <http://periodicos.set.edu.br/>. Acesso em: 08 jan. 2025.

GONZALES, Fábio Dias; OLIVEIRA, Daniel Lameiras; AMARANTE, Mayara dos Santos. **Patologias na construção civil**. Revista Pesquisa e Ação, v. 6, n. 1, p. 128-139, 2020. Disponível em: <https://revistas.brazcubas.br/>. Acesso em: 13 jan. 2025.

HEERDT, Giordano Bruno; PIO, Vanessa Mafra; BLEICHVEL, Natália Cristina Thiem. **Principais patologias na construção civil**. Rio do Sul: UNIASSELVI/FAMESUL, 2016. Trabalho apresentado na disciplina de Metodologia Científica do curso de Engenharia Civil. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstreams/f0817eb5-113e-4e64-95b1-b4a6694703c2/download>. Acesso em: 12 jul. 2025.

JESUS, Victor Almeida de. *et al.* **Patologias na construção civil**. Revista Pesquisa e Ação, v. 5, n. 4, p. 132-145, 2019. Disponível em: <https://revistas.brazcubas.edu.br/>. Acesso em: 08 jan. 2025.

MARTINS, Natalia Pires; PESSOA, Raniely; NASCIMENTO, Rayssa. **Priorização na resolução de manifestações patológicas em estruturas de concreto armado: método GUT**. Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada, v. 2, n. 3, 2017. Disponível em: <http://revistas.poli.br/>. Acesso em: 10 jan. 2025.

MORAIS, João Marcos Pereira de. *et al.* **Análise de manifestações patológicas em estruturas de concreto armado: uma revisão**. Research, Society and Development, v. 9, n. 7, p. e759974964, 2020. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i7.4964>. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/4964>. Acesso em: 09 jun. 2025.

NEVES, Moises Balenga Jose; VAZQUEZ, Elaine Garrido. **Patologias das estruturas**. Boletim do Gerenciamento, v. 22, n. 22, p. 11-19, 2021. Disponível em: <https://nppg.org.br/>. Acesso em: 22 jan. 2025.

NÓBREGA, Nadja Peixoto da. **Patologias na construção civil-análise das principais manifestações patológicas em residências do município de Paraú-RN**. 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/>. Acesso em: 13 jan. 2025.

PATRÍCIO, Danilo; CHAGAS, Leonardo Daltro. **Manifestações patológicas e o programa de manutenção nas estruturas de concreto armado em edifício residenciais e comerciais**. 2023. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/>. Acesso em: 08 jan. 2025.

PEREIRA, Ricardo Luiz; CARVALHO, Laísa Cristina. **Patologia da Construção: estudo, análise e diagnóstico nas estruturas de concreto de uma construção civil recente**. 2020. Disponível em: <http://repositorio.unis.edu.br/>. Acesso em: 15 jan. 2025.

REIS, Jessica Maria Ferreira dos. *et al.* **Estudo das manifestações patológicas nas estruturas de concreto: análise das anomalias visuais em cinco estações de metrô de Belo Horizonte**. 2023. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/58838>. Acesso em: 12 jul. 2025.

SANTOS, C. F. dos; ROCHA, J. H. A.; PÓVOAS, Y. V. (2019). **Utilização da termografia infravermelha para detecção de focos de umidade em paredes internas de edificações**. Ambiente Construído, 19(1), 105–127. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1678-86212019000100296>. Acesso em: 15 jan. 2025.

SANTOS, D. D. C.; GUERRA, F. A. P.; DONATO, M. **Análise visual e estudo das manifestações patológicas de uma edificação de concreto armado**. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n7-518>. Acesso em: 15 jan. 2025.

SENA, Vinícius Lorentz; VIANA, Adão Júnior Ferreira. **Manifestações Patológicas em Estruturas de Concreto Armado**. 2021. Disponível em: <https://repositorio.alfaunipac.com.br/>. Acesso em: 06 jan. 2025.

SILVA, Anna Flavia Pontarolo da. **Manifestações patológicas em estruturas de concreto armado de sistemas de abastecimento de água: estudo de caso em**

estação de tratamento de água. 2022. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em: <http://riut.utfpr.edu.br/>. Acesso em: 20 jan. 2025.

SILVA, Luciano Alexandre *et al.* **Controle Tecnológico do Concreto: A sua importância na Construção Civil.** 2022. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/>. Acesso em: 08 jan. 2025.

SILVA, M. T. D. A., Rocha, J. H. A., & Monteiro, E. C. B. (2019). **Estimação da profundidade de fissuras em concreto através da velocidade de ondas ultrassônicas.** Revista Materia, 24(4). Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1517-707620190004.0847>. Acesso em: 08 jan. 2025.

SIQUEIRA, Vivian de. **Impermeabilização em obras de construção civil: estudos de casos, patologias e correções.** Engenharia Civil-Pedra Branca, 2018. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/>. Acesso em: 15 jan. 2025.

SOUZA, Murilo Marques de. **Principais patologias estruturais e atuais metodologias de controle na construção civil.** Inter-American Journal of Development and Research, v. 2, n. 1, p. 57-73, 2019. Disponível em: <http://revistas.uneouro.edu.br/>. Acesso em: 23 jan. 2025.

SOUZA, Pedro Henrique Maciel *et al.* **Patologias em estruturas de concreto armado de pontes localizadas em Minas Gerais.** 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/>. Acesso em: 10 jan. 2025.