

**MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: CAUSAS,
PREVENÇÃO E TRATAMENTO**

**PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS IN CIVIL CONSTRUCTION: CAUSES,
PREVENTION AND TREATMENT**

Eric Auday Cordeiro¹

João Victor Camilo²

RESUMO: Manifestações patológicas são problemas que afetam a integridade e a durabilidade das estruturas de construção, incluindo como exemplo as trincas, umidades pontuais ou generalizadas, corrosão de armaduras estruturais, entre outras. A prevenção desses problemas começa a partir de um bom desenvolvimento de um projeto estrutural sólido, materiais de boa qualidade e mão de obra qualificação adequada. Além disso, a manutenção preventiva e as inspeções regulares desempenham um papel crucial na identificação precoce de problemas. A conformidade com normas e regulamentações é vital para garantir a qualidade e a segurança das construções, sendo importante atualizar essas regulamentações de acordo com avanços tecnológicos e desafios emergentes. Olhando para o futuro, as áreas de pesquisa promissoras incluem o desenvolvimento de materiais inovadores, tecnologia de monitoramento em tempo real, inteligência artificial, estratégias de manutenção preditiva e resiliência estrutural. Estas áreas têm o potencial de tornar a construção civil mais sustentável, resistente às mudanças climáticas e eficaz na prevenção de manifestações patológicas. Com isso, a construção civil é uma indústria que requer aprendizado contínuo e inovação, abordagem proativa das manifestações patológicas visa a construção de estruturas mais seguras, resistentes e resilientes, contribuindo para um futuro mais seguro e confiável na construção civil.

Palavras-chave: Construção Civil. Patologias. Manifestações.

ABSTRACT: Pathological manifestations are problems that affect the integrity and durability of building structures, including cracks, humidity, corrosion and others. Preventing these manifestations begins with a solid structural design, high-quality materials and dedicated labor. Additionally, preventive maintenance and regular inspections play a crucial role in identifying problems early. When treating pathological manifestations, accurate identification of the root cause is essential, and appropriate solutions, such as structural repairs and moisture treatments, are essential. Compliance with standards and regulations is vital to ensuring the quality and safety of construction, and it is important to update these regulations in accordance with technological advances and emerging challenges. Looking ahead, promising research areas include the development of innovative materials, real-time monitoring technology, artificial intelligence, predictive maintenance strategies and structural resilience. These areas have the potential to make civil construction more sustainable, resistant to climate change and effective in preventing pathological manifestations. In

¹ UNISALES – Centro Universitário Salesiano. Vitória/ES, Brasil.

short, construction is an industry that requires continuous learning and innovation. The proactive approach to pathological manifestations aims to build safer, more resistant and resilient structures, contributing to a safer and more reliable future in construction.

Keywords: Civil Construction. Pathologies. Manifestations.

1. INTRODUÇÃO

A construção civil é uma área de importância vital na sociedade, contribuindo significativamente para o desenvolvimento das cidades e infraestruturas (DIAS, 2015). No entanto, enfrentam desafios constantes, entre eles as manifestações patológicas, que envolvem problemas estruturais em edifícios e outras construções. Essas declarações representam questões sérias para profissionais de construção e proprietários de imóveis, dado seu potencial para comprometer a segurança, durabilidade e funcionalidade das estruturas.

Este trabalho se dedica a investigar as manifestações patológicas na construção civil, examinando de maneira imparcial as causas subjacentes, medidas preventivas e técnicas de tratamento. A análise abrange uma variedade de fatores, incluindo erros de projeto, execução específica, escolha de materiais inapropriados e influências ambientais.

Por meio desta pesquisa, pretende-se fornecer uma visão objetiva e abrangente das manifestações patológicas na construção civil, com foco na compreensão das origens desses problemas e nas estratégias para preveni-los. Além disso, o trabalho discutirá as abordagens disponíveis para o tratamento eficaz dessas manifestações, destacando a importância da identificação precisa das causas raiz. Inclusive, Este estudo visa demonstrar a redução de custos e acidentes e o aumento do grau de eficiência dos empreendimentos da construção civil quando aplicado um programa de manutenção preventiva contra patologias.

Este estudo é relevante para profissionais da construção, pesquisadores e todos os interessados na qualidade e segurança das estruturas construídas. A compreensão aprofundada das manifestações patológicas na construção civil é essencial para o aprimoramento contínuo da indústria e a garantia de estruturas mais resistentes e seguras.

Diante de um cenário cada vez mais competitivo, como proceder para uma maior eficiência nas obras, mitigando os riscos e prevenindo as patologias? Qual o tipo de manutenção mais adequado?

2. REVISÃO DE LITERATURA

A construção civil desempenha um papel crucial na criação de infraestruturas que sustentam nossa sociedade (DIAS, 2015). No entanto, o setor enfrenta um desafio constante e complexo: as manifestações patológicas. Estas manifestações englobam uma variedade de problemas estruturais, tais como trincas, umidade, corrosão e

fissuras, que podem comprometer a integridade e a durabilidade de estruturas e estruturas (FARIA; BITTENCOURT, 2018).

Compreender as causas subjacentes a essas manifestações, bem como as estratégias de prevenção e tratamento, é essencial para garantir a qualidade e a segurança das construções. Este estudo tem como objetivo aprofundar nosso conhecimento sobre manifestações patológicas na construção civil, explorando suas origens, medidas preventivas e técnicas de correção.

A compreensão das manifestações patológicas na construção civil é fundamental para aprimorar a qualidade e a durabilidade das estruturas, garantindo um ambiente construído mais seguro e sustentável (FARIA; BITTENCOURT, 2018). Este estudo busca contribuir para essa compreensão e fornecer orientações avançadas para profissionais de construção e pesquisadores específicos no assunto.

Como em qualquer outro ramo, na construção civil é fundamental levar em consideração o custo-benefício do produto final sem comprometer a sua qualidade final. Mas para isso é crucial conceituar e estabelecer alguns termos (ANDRADE; SILVA, 2005):

- Desempenho: é o comportamento em utilização de uma construção e seus respectivos sistemas.
- Durabilidade: é a capacidade da construção ou dos seus sistemas de exercer suas atribuições, no decorrer do tempo e debaixo de condições pré-determinadas de manutenção.
- Vida útil: é o intervalo de tempo no qual a edificação e seus respectivos sistemas servem às tarefas para as quais foram desenvolvidas levando em conta o período e a realização adequada dos procedimentos de manutenção determinados nos manuais de operação, uso e de manutenção.
- Manifestação patológica: trata-se de uma não conformidade manifestada no produto devido aos erros na fabricação, instalação, projeto, na montagem, manutenção ou mesmo na execução, não tendo ligação com tais problemas desencadeados por envelhecimento natural.

2.1 DESEMPENHO

A palavra desempenho precisa ser entendida a nível comportamental de certo produto durante a operação, no decorrer de sua vida útil, de maneira que possa ser mensurado e expressado desde o projeto até a sua respectiva manutenção (SOUZA; RIPPER, 1998).

A manifestação patológica em determinada estrutura é identificada no momento em que determinado parâmetro ou critério da construção é colocado em cheque, ficando comprometido estética, funcional ou mecanicamente. Logo, percebe-se o vínculo intenso que há entre a emergência de uma manifestação patológica qualquer com o desempenho de uma edificação, considerando sempre que a análise está diretamente ligada a forma com que a construção se comporta durante as atividades, e, dessa maneira, conclui-se que as manifestações patológicas surgem em razão de duas grandezas essenciais: condições de exposição e tempo (ANDRADE; SILVA, 2005).

É possível também abordar o desempenho de forma não orientada para os meios, e

sim para os fins, considerando os parâmetros de qualidade os quais a edificação precisará satisfazer em vez de focar na metodologia para realizar o trabalho (GONÇALVES, 2015).

2.2 VIDA ÚTIL

A vida útil de determinada estrutura trata-se do tempo no qual ela é capaz de preservar as suas variadas propriedades em um nível satisfatório de funcionalidade e resistência, dentre outras características. Em outras palavras, as estruturas precisam ser planejadas e executadas de maneira que não venham a precisar de manutenção fora da previsão, gerando gastos além do orçamento, além disso devem manter os padrões de segurança e qualidade mínimos requeridos do projeto (OLIVEIRA, 2013).

Outra definição de vida útil aborda que é o intervalo de tempo no qual as características do produto estão em um patamar mais elevado do que os limites inferiores estabelecidos no projeto, fazendo-se necessário, portanto, conhecer o tempo que cada material leva para ser degradado (SOUZA; RIPPER, 1998).

Para Andrade e Silva (2005) a vida útil pode ser classificada nos seguintes tipos:

- De serviço: compreende o intervalo de tempo até surgirem fissuras e/ou manchas no concreto, variando conforme os critérios de uso da estrutura, uma vez que em alguns casos é inadmissível a presença de tais manchas e fissuras, ao passo que a vida útil de serviço em outros produtos só encerra quando começam a cair pedaços do concreto.
- De projeto: abrange o intervalo de tempo em que o projeto pode ser usado em prol da segurança, isto é, o tempo de iniciação, quando o carbono e cloro conseguem alcançar a camada protetora do concreto.
- Última: representa o intervalo de tempo em que a estrutura rompe ou entra em colapso total ou parcialmente, em função de não ser capaz mais de aderir o concreto e sua camada de proteção, ou até mesmo pela drástica queda da seção de resistência da camada de aço.
- Residual: já é o período em que a estrutura só pode executar suas atividades com uma vistoria, podendo ser realizada em qualquer época da vida do elemento da estrutura.

2.3 DURABILIDADE

Para Oliveira (2013) a durabilidade de uma estrutura de concreto deve ser entendida como a habilidade de tal estrutura em conservar os seus aspectos e qualidades funcionais e estruturais, no decorrer da vida útil estimada para ela, desde que seja mantida nas condições de utilização planejadas. É completamente inaceitável que as estruturas de concreto percam sua utilidade e resistência antes do planejado, se tornando incapazes de exercer suas atividades estabelecidas no projeto e acarretando em onerosos custos adicionais.

Já Souza e Ripper (1998) afirma que a durabilidade é o resultado final da relação entre os mais diversos elementos, tais como estruturas de concreto, condições e ambiente de utilização, manutenção e operação, isto é, estruturas iguais podem acabar apresentando resultados distintos, uma vez que dependem de uma gama de critérios.

A própria norma regulamentadora (NBR 6118) define durabilidade como a capacidade que a estrutura possui de suportar influências externas do ambiente previamente estimadas e estabelecidas juntamente pelo gestor do projeto e o cliente, assim que o mesmo começa a ser elaborado.

2.4 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Conforme afirma Santos (2011) no decorrer da história sempre se associou patologia com a medicina, entretanto mais recentemente, passou a ser aderida por outros ramos, sendo a construção civil um deles, na qual intenta verificar os motivos causadores e suas respectivas consequências danosas nas obras.

Portanto pode-se definir patologia da construção civil como a ciência que estuda os problemas e danos que são causados nas edificações pelos materiais visando identificar os fatores causadores das manifestações patológicas (SILVA, 2012).

As manifestações patológicas são anomalias que têm o potencial de comprometer toda a qualidade de uma edificação, sendo originadas tanto pela utilização de materiais de baixa qualidade, quanto por mão de obra não qualificada adequadamente, podendo inclusive também ocorrer devido ao efeito do tempo sobre os materiais (AMBROSIO, 2013).

Uma vez que se entende que as manifestações patológicas são não conformidades manifestas no produto de maneira não natural, faz-se necessário conhecer mais a fundo os tipos de manifestações patológicas existentes e todo a sua contextualização.

A Patologia das Estruturas não é apenas um novo campo no aspecto da identificação e conhecimento das anomalias, mas também no que se refere à concepção e ao projeto das estruturas, e, mais amplamente, à própria formação do engenheiro civil. O que ocorre é que todo o aprendizado da engenharia de estruturas tem sido feito, em nível de projeto e execução, pela abordagem das estruturas a serem construídas. Assim, a necessidade de reabilitar e manter estruturas existentes, ditada por razões tão diversas quanto as de fundo econômico, social, patrimonial ou histórico, está criando uma nova escola no que respeita à concepção e ao projeto estrutural, em que a avaliação do que já existe, em termos de capacidade de desempenho futuro (segurança, servicibilidade e vida útil), tornou-se um dado fundamental (SOUZA; RIPPER, 1998 p.14).

A seguir serão apresentadas as manifestações patológicas que ocorrem com maior frequência nas estruturas.

2.4.1 Fissuras

Pode-se definir fissuras como aberturas que prejudicam diretamente a superfície do objeto, aumentando significativamente a probabilidade de penetração de agentes nocivos, podendo emergir depois de muitos anos de utilização, mas também depois de horas, possuindo os mais diversos motivos e diagnósticos (GONÇALVES, 2015).

De acordo com Souza e Ripper (1998) as fissuras são as manifestações patológicas mais frequentes, ou no mínimo são aquelas que mais preocupam os proprietários, surgindo a princípio congenitamente, assim que o projeto arquitetônico da construção está sendo estabelecido.

Thomaz (1989) explica que os profissionais do ramo da construção precisam estar cada vez mais cientes de que existem muitas formas de mitigar problemas com fissuras, principalmente atentando para o fato de que é impossível evitar o translado dos componentes e materiais das construções.

Existe muita confusão no que diz respeito aos termos: fissura, rachadura e trinca. Para distinguir cada uma, é necessário conhecer as respectivas dimensões. Rachaduras têm aberturas mais profundas e acentuadas chegando até a afetar o outro lado da estrutura ao passo que trincas são tratadas de forma similar às fissuras, porém com aberturas um pouco maiores (GONÇALVES, 2015).

Marcelli (2007) enfatiza que as fissuras oriundas de cisalhamento são causadas devido ao exagero de carga e insuficiência de camada protetora, ou mesmo a sua má disposição, sendo que esse tipo de fissura costuma surgir nos pontos de cortante máximo. Esse mesmo autor elucida que as fissuras por variação de temperatura são mais intensas em peças maiores e mais bem trabalhadas, como apartamentos de cobertura e exposição do terraço ao sol durante o dia, e chuvas durante a noite, pois ocorrem pela oscilação térmica que altera as dimensões do concreto, ocasionando tensões uma vez que a estrutura não tenha livre movimento.

As fissuras ocasionadas por retração hidráulica ocorrem principalmente devido à má execução da cura do concreto. Devido à perda de água, proteção térmica ineficaz e excesso de calor, tensões internas geram retração que por sua vez gera esforços de tração, cenário em que o concreto não resiste e é fissurado sem direção padronizada (SOUZA; RIPPER, 1998).

Existem também as fissuras que ocorrem por causa de esforços de compressão. Uma fissura no concreto requer extrema atenção e urgência de solução, pois é o elemento mais suscetível a esforços de compressão, sujeito a colapso da estrutura e até mesmo a distribuição de esforços para estruturas vizinhas comprometendo grandemente a qualidade e segurança dos mesmos (GONÇALVES, 2015).

No que diz respeito às manifestações patológicas oriundas de flexão, Souza e Ripper (1998) disserta que ocorrem quando há erro de cálculo tanto das dimensões da estrutura, quanto da capacidade de carga nos casos em que se constata insuficiência dos materiais usados para executar as atividades, ou ainda quando cargas maiores do que o planejado, são aplicadas.

Por fim, Marcelli (2007) ensina que as fissuras decorrentes de esforços de torção, surgem no momento em que determinada peça se submete a rotação transversal, mais comumente nas sacadas de prédios e lajes com flecha excessiva suportada por vigas ou em balanço. Esse tipo de esforço deformam o elemento estrutural acima de sua capacidade, com fissuras de quarenta e cinco graus nas laterais de cada viga.

2.4.2 Corrosão de Armaduras

Uma das Manifestações patológicas mais encontradas no ramo da engenharia civil são as trincas no concreto por causa da corrosão de sua camada de proteção, isto é, sua armadura, que demanda tratamento apropriado, orientado para inibir o processo não permitindo que a corrosão se agrave ainda mais, coisa rara de ocorrer em termos práticos, uma vez que o ideal é sempre tratar os problemas de maneira preventiva, não corretiva (MARCELLI, 2007).

As três maiores razões para que a corrosão de armaduras seja desencadeada são: uso de concreto com resistência inapropriada; peças das estruturas mau executadas e; presença de diversos cloretos (SOUZA; RIPPER, 1998).

A corrosão de armaduras nada mais é do que a própria fase metálica sendo deteriorada, causando em severas baixas de superfície das barras de aço à medida que produtos corrosivos vão se expandindo, na maioria das vezes ao redor das próprias armaduras, que se acumulam e causam tensões que por sua vez geram fissuras no concreto, fazendo com que a camada de proteção fique gradativamente mais vulnerável ao poder nocivo dos agentes invasores (CASCUDO, 2005).

Em qualquer caso o processo de corrosão do aço eletroquímico, ou seja, dá-se pela geração de um potencial elétrico, na presença de um eletrólito - no caso, a solução aquosa existente no concreto - em contato com um condutor metálico, a própria barra de aço. A passagem de átomos de ferro à superfície aquosa, transformando-se em cátions ferro (Fe^{++}), com o conseqüente abandono da barra de aço à carga negativa, instalam a diferença de potencial (SOUZA; RIPPER, 1998).

Um exemplo prático é uma estrutura de aço de uma indústria que sofreu danos corrosivos devido à exposição constante a produtos químicos corrosivos, cuja solução seria após avaliação, a equipe responsável realizar a remoção das áreas corroídas, aplicando revestimentos protetores de alta resistência à corrosão e implementar um programa de manutenção regular para inspeções e retoques em áreas críticas (ZANG, 2019).

2.4.3 Umidades

A seguir os principais tipos de umidade e suas características:

- Umidade de Obra: para Santos (2011) esse tipo de umidade ocorre por causa de planejamento inapropriado da obra, quando não há uma apropriada impermeabilização em cada região, ou até mesmo pela ausência de proteção nas paredes.
- Umidade de Infiltração: esse tipo de umidade ocorre devido ao contato da parte interna das paredes nas construções diretamente com a água, sendo mais comum em áreas subterrâneas não devidamente projetada em relação ao lado externo do lençol freático (OLIVEIRA, 2012).
- Umidade Capilaridade: esse tipo de umidade ocorre quando a parte inferior das paredes acaba absorvendo água do solo através da fundação da edificação, podendo ser de caráter temporário, como por exemplo em períodos de

tempestades e chuvas, quanto também de caráter contínuo, que é quando o nível do lençol freático está demasiadamente elevado (SANTOS, 2011).

- Umidade por Condensação: esse tipo de umidade ocorre em áreas nas quais existem um diferencial de temperatura, uma vez que quando o ar quente colide com o ar úmido em uma superfície mais fria, a água retorna ao seu estado líquido causando manchas de mofo (SILVA, 2011).
- Umidade Acidental: esse tipo de umidade ocorre devido a acidentes em uma tubulação, ocasionando infiltrações que por sua vez podem gerar rachaduras, trincas e fissuras na edificação, trazendo graves consequências em cascata, logo é essencial que os trabalhadores envolvidos estejam alertas nas possíveis causas, pois os danos na obra podem ser altamente onerosos (SOUZA FILHO; MIRANDA; SOUZA, 2022).
- Umidade Ascensional: esse tipo de umidade é caracterizado pela existência de água oriunda do solo, seja por eventos contínuos ou passageiros, mais comum em pisos e paredes em períodos prolongados de temporais (SILVA, 2012).

Um problema típico de umidade ocorre por exemplo quando um edifício residencial sofre com problemas recorrentes de umidade e mofo nas paredes internas. Para solucionar após a identificação da causa, que normalmente está relacionada a problemas de impermeabilização, devem ser feitos reparos nas áreas afetadas e uma nova camada de impermeabilização deve ser aplicada nas áreas críticas. Além disso, os proprietários precisam ser instruídos sobre práticas de ventilação adequada e manutenção preventiva para evitar futuros problemas de umidade (SOARES, 2010).

2.4.4 Outras Manifestações Patológicas

Existem ainda outros tipos manifestações patológicas no âmbito da construção civil dignas de serem citadas como a porosidade, o destacamento, o gretamento, o desbotamento e as manchas, bolhas e mofos, tendo em vista que podem causar a ruína dos materiais utilizados nas edificações com impactos severamente negativos. De acordo com Silva (2011) as manifestações patológicas de maneira geral são motivo de inquietude, independentemente de serem mofo, rachaduras, trincas, fissuras ou algum outro tipo.

A porosidade tem como característica a utilização inapropriada ou tardia da massa de concreto, fazendo com que as estruturas de aço sejam corroídas dentre outros danos nas demais áreas da obra. Já o Destacamento é a divisão entre as peças de argamassa, cerâmica e substratos, indicando alta probabilidade de defeitos graves surgirem no futuro. Ainda o gretamento pode acontecer quando existem fissuras ou rachaduras em cerâmicas ou azulejos causando irregularidades entre a base do assentamento e o esmalte dos materiais utilizados. O desbotamento acontece quando tintas de baixa resistência é utilizada descolorindo os pigmentos (SOUZA FILHO; MIRANDA; SOUZA, 2022).

As manchas, bolhas e mofos também podem ser considerados como manifestações patológicas no contexto da construção civil, e são oriundas das falhas no processo de impermeabilização, vazamentos nos tubos e umidade excessiva reagindo com os elementos químicos da argamassa, cimento, tinta e dos tijolos (ANTUNES, 2013).

Ainda pode-se mencionar as fissuras geométricas, que se manifestam principalmente nos elementos dos tijolos e nas juntas de assentamento, e as fissuras disseminada ou mapeadas, como o próprio nome sugere possuem semelhança com um mapa quando surgem (LIMA; SANTOS; AUGUSTO, 2017).

2.4.5 Investigação e Tratamento

Antunes (2013) elucida que normalmente os defeitos em uma obra ocorrem majoritariamente pela baixa qualidade dos materiais utilizados, proteção ineficaz do traço, e mão de obra desqualificada para executar o serviço.

As inconformidades que florescem como manifestações patológicas em uma edificação são normalmente relacionadas e causadas pela formação de manchas de bolor e umidade assim como através infiltração de água nos elementos do prédio (SOUSA, 2013).

Com conhecimento o bastante e análise precisa das manifestações, pode-se compreender a manifestação patológica, com solução da mesma, intervindo de acordo com o grau do problema e a discrepância entre a performance estimada e real. Dessa forma, deve-se aplicar o método de ação, que será elaborado ou adaptado conforme cada problema e cada caso (OLIVEIRA, 2013). Ainda de acordo com o mesmo autor essa metodologia possui as seguintes fases:

- **Levantamento:** onde se obtém informações essenciais para entender o real problema, elaborando um painel geral que indica as anomalias verificadas. Para isso é importante: realizar a vistoria do local, a partir de um programa já definido no planejamento ou mesmo de reclamações anteriores feita por outros usuários, onde é solicitada a ajuda de profissionais qualificados para lidar com a situação; levantar todo o histórico do problema, a partir de análise de todas as tarefas do processo de produção que de alguma maneira consiga afetar no surgimento da manifestação patológica, adquirindo dados e informações com as pessoas envolvidas de alguma forma no projeto e usando documentos feitos no decorrer da construção e uso do prédio caso as informações com os envolvidos não sejam suficientes ou não possuam a credibilidade exigida.
- **Pesquisa:** nessa fase se buscam referências e similaridades com o caso indesejado em que se encontra, realizando pesquisas científicas, bibliográficas e até tecnológicas em experimentos e artigos, principalmente quando não foi possível chegar a um diagnóstico coerente da situação-problema somente com a checagem dos documentos, entrevistas e vistorias.
- **Diagnóstico:** essa fase consiste na formulação de um diagnóstico específico para cada caso depois do levantamento apropriado das informações inerentes ao problema. É preciso levar em consideração que o surgimento e a manutenção de manifestações patológicas envolve um dinamismo, pois elas podem eventualmente se comportar de forma distinta da que foi verificada na fase de levantamento dos dados e informações, uma vez que está em processo evolutivo contínuo. Portanto, a fase de diagnosticar trata-se em suma da formulação de teorias hipotéticas, buscando elucidar os motivos e metodologias que podem influenciar negativamente a performance do produto final.

As causas mais comuns de manifestações patológicas na construção civil são:

1. Erros de Projeto (MENDES Et. Al., 2017): Erros de projeto podem incluir cálculos estruturais inadequados, dimensionamento incorreto de materiais ou especificações imprecisas. Esses erros levam a sobrecargas, desequilíbrio de forças e, conseqüentemente, manifestações patológicas. Exemplo: Um projeto estrutural que subestima as cargas de vento em um edifício pode resultar em trincas nas paredes devido à falta de suporte adequado.
2. Má Execução (MENDES Et. Al., 2017): Uma execução concluída no local de construção, como trabalho de alvenaria malfeito, concretagem defeituosa ou falta de controle de qualidade, pode resultar em problemas estruturais. Exemplo: A falta de compactação adequada do solo antes da construção pode levar a fundamentos diferenciais e, conseqüentemente, ao surgimento de trincas nas fundações.
3. Materiais Inadequados (MENDES Et. Al., 2017): A escolha de materiais de construção, seja por má qualidade ou inadequação às condições locais, pode causar manifestações patológicas. Exemplo: A utilização de concreto de baixa resistência em uma área exposta a ambientes corrosivos pode resultar em intervalos temporários nas estruturas de concreto.
4. Ação do Tempo (MENDES, 2018): As condições climáticas, como variações de temperatura, umidade, chuva ácida e exposição a elementos naturais, podem causar interferência ao longo do tempo. Exemplo: A exposição contínua a climas úmidos pode levar à formação de mofo e umidade excessiva nas paredes internas, causando manchas e danos estruturais.
5. Uso de Materiais Inadequados para o Ambiente (MENDES, 2018): A inadequação dos materiais utilizados para as condições ambientais especificadas pode causar problemas de durabilidade. Exemplo: A escolha de aço sem resistência à corrosão em uma região costeira propensa à salinidade do ar pode resultar em corrosão do aço e comprometimento da estrutura.
6. Má Drenagem (MENDES, 2018): A falta de sistemas de drenagem adequados pode causar acúmulo de água nas fundações e ao redor das estruturas. Exemplo: Uma drenagem insuficiente nas proximidades de uma fundação pode resultar em infiltração de água, causando erosão do solo e rachaduras na estrutura.

Compreender essas causas é fundamental para implementar medidas de prevenção e tratamento eficazes, garantindo a integridade e a longevidade das estruturas construídas.

Depois de constatar que é preciso interferir no ambiente da manifestação patológica, é importante estabelecer qual o tratamento será executado, assim como explorar todas as possibilidades de opções. Para chegar à escolha mais precisa, todas as hipóteses vinculadas ao desenvolvimento do problema precisam ser levantadas através de um prognóstico, baseado no tipo de manifestação patológica, propriedades e aspectos da construção, estágio de evolução e as condições externas as quais a edificação está submetida (BERNARDES et al., 1998).

Para Souza e Ripper (1998) é necessário seguir três critérios fundamentais para realizar o melhor tratamento possível:

- Confrontar os benefícios possíveis da recuperação pretendida da performance do produto com as despesas de tal recuperação e consertos que serão necessários no decorrer de toda a vida útil da construção.
- Avaliar o grau de incerteza inerente à confiabilidade do diagnóstico, levando em consideração que o mesmo foi elaborado de acordo com dados e informações que podem ser imprecisas ou até equivocadas.
- Verificar a disponibilidade de tecnologia e recursos para executar os reparos necessários. Esse critério é extremamente crucial, tendo em vista que independentemente da decisão feita, ela deve estar dentro das capacidades do projeto de ser efetuada, tanto em termos de recursos e mão de obra disponíveis, quanto em metodologias de execução, pois uma vez que um método inapropriado é escolhido e aplicado, a manifestação patológica pode se agravar ao ponto inclusive de ser irreparável, gerando onerosos custos adicionais claramente indesejados para qualquer empresa de construção.

De acordo com Souza Filho, Miranda e Souza (2022) as manifestações patológicas podem ocorrer através de três fatores isoladamente ou combinados: projeto, execução e manutenção. A simples ausência de um desses aspectos já é o bastante para trazer graves consequências para a obra.

Quando um projeto é desenvolvido sem o planejamento adequado, várias decisões são tomadas e colocadas em prática no decorrer do empreendimento ou até mesmo deixadas de lado, acarretando consequências onerosas, com enorme risco de qualidade, gerando imenso retrabalho para os construtores e engenheiros (SANTOS, 2012). Os principais tratamentos e medidas a serem adotadas pela empresa responsável pela obra são:

1. Identificação da Causa Raiz (ZANG, 2019): Antes de iniciar qualquer tratamento, é crucial identificar a causa raiz da manifestação patológica. Isso pode envolver inspeções desenvolvidas, análises estruturais, testes de materiais e histórico de construção. Sem uma compreensão sólida da origem do problema, as soluções podem ser ineficazes.
2. Reparo Estrutura (ZANG, 2019): Para trincas, fissuras e problemas semelhantes, as soluções de reparo estrutural podem incluir injeção de resinas epóxi, reforço com fibra de carbono, recuperação de armaduras de aço corroídas e outros métodos de conserto estrutural.
3. Isolamento de Umidade (DIAS, 2015): No caso de problemas relacionados à umidade, como infiltrações ou vazamentos, é necessário isolar uma fonte de umidade. Isso pode envolver impermeabilização, colocação de juntas e substituição de materiais danificados.
4. Tratamento de Corrosão (DIAS, 2015): Quando a corrosão é causa de manifestações patológicas, o tratamento pode incluir a remoção das áreas corroídas, aplicação de revestimentos protetores e tratamento químico para evitar a progressão da corrosão.

5. Reforço Estrutural (ABNT,2021): Em casos mais graves, pode ser necessário o reforço estrutural para fortalecer uma estrutura enfraquecida. Isso pode envolver a adição de elementos estruturais, como pilares ou vigas, ou a proteção parcial da estrutura.
6. Manutenção Contínua (MENDES, 2018): Após a realização de reparos, é essencial implementar um programa de manutenção contínua para monitorar o estado da estrutura e evitar a recorrência das manifestações patológicas.
7. Monitoramento Estrutural (ABNT, 2021): Em estruturas críticas, o monitoramento contínuo das condições estruturais pode ajudar a identificar problemas emergentes antes que se tornem graves.
8. Treinamento e Conscientização (MENDES, 2018): A formação de profissionais de construção e proprietários de edifícios sobre a importância da manutenção e solução de problemas é vital para garantir que medidas adequadas sejam tomadas quando as manifestações patológicas ocorrerem.
9. Avaliação de Custos e Benefícios (MENDES, 2018): A avaliação dos custos e benefícios das diferentes opções de tratamento é importante para determinar a abordagem mais eficaz e econômica.

É fundamental ressaltar que a correção de manifestações patológicas requer uma abordagem sistemática e profissional. A identificação precisa da causa raiz e a aplicação de soluções adequadas são essenciais para restaurar a integridade das estruturas afetadas. O tratamento inadequado pode não apenas ser ineficaz, mas também agravar o problema. Portanto, a investigação detalhada das condições e a seleção criteriosa das técnicas de tratamento são essenciais para garantir resultados bem-sucedidos.

2.4.6 Prevenção

O trabalho preventivo é fundamental para que as manifestações patológicas não venham a ser uma dor de cabeça em qualquer projeto de construção civil. Para isso é imperioso respeitadas todas as normas técnicas que regulamentam a construção civil e fazer o planejamento e execução com exímio zelo e responsabilidade, sempre sob a fiscalização de um engenheiro e utilização de materiais da mais alta qualidade, bem como aplicação de mão de obra qualificada para todos os serviços a serem executados, assegurando assim que o planejamento seja cumprido à risca (SOUZA FILHO; MIRANDA; SOUZA, 2022).

Quando o trabalho preventivo é realizado com cuidado causa impactos positivos para o projeto, isso somado a utilização de mão de obra devidamente qualificada inevitavelmente traz excelentes resultados para a empresa de construção (SILVA, 2011).

Certamente o trabalho preventivo das manifestações patológicas deve ser aplicado já desde o princípio do projeto, a partir do momento em que a empresa construtora opta pelos melhores serviços e produtos, materiais de excelente qualidade, bem como profissionais gabaritados e competentes, que preencham os requisitos mínimos necessários para o projeto, utilizando sempre a quantidade correta de material para fabricar as estruturas (SOUZA, 2011).

Segundo Souza Filho, Miranda e Souza (2022) é imprescindível que qualquer obra seja planejada com responsabilidade, analisando tanto os pontos negativos e positivos, levando sempre em consideração a sustentabilidade e manutenção da obra, com planos de contenção preparados, uma vez que, mesmo os melhores profissionais trabalhando com os melhores materiais não torna a obra imune a riscos, muitas vezes externos ao conhecimento prévio e controle da empresa.

É indispensável ressaltar que o trabalho de prevenção precisa ser feito não só antes, como durante e até mesmo após a conclusão da obra, com imediatas ações de correção e tratamento sempre que uma manifestação patológica for identificada, assegurando assim alta durabilidade da edificação (ANTUNES, 2013).

A prevenção inicia pelas atividades dos engenheiros e profissionais da obra, isto é, a equipe de trabalho que vai atuar diretamente deve sempre estar preparada para detectar potenciais sinais de manifestações patológicas, e dessa forma, atuar tempestivamente providenciando as soluções do problema evitando que o mesmo se agrave (OLIVEIRA, 2011). As principais formas de prevenção, portanto são:

1. Projeto Adequado (SOARES, 2010): Um projeto estrutural adequado é fundamental para evitar problemas futuros. Isso considera todos os fatores, como cargas, exposição ambiental e características do solo.
2. Escolha de Materiais de Qualidade (SOARES, 2010): Utilizar materiais de construção de alta qualidade e que sejam adequados ao ambiente é essencial para a durabilidade das estruturas. Isso inclui seleção de concreto, aço e outros materiais de acordo com as condições locais.
3. Qualificação da Mão de Obra (DIAS, 2015): Contratar mão de obra entregue e treinada é crucial. Profissionais bem treinados têm menos probabilidade de cometer erros durante a construção.
4. Controle de Qualidade (DIAS, 2015): Implementar procedimentos de controle de qualidade rigorosos durante a construção ajuda a identificar e corrigir problemas antes que se tornem manifestações patológicas.
5. Manutenção Preventiva (FARIA; BITTENCOURT, 2018): A manutenção preventiva regular, incluindo reparos menores e inspeções, é essencial para evitar o agravamento de problemas.
6. Drenagem Eficaz (FARIA; BITTENCOURT, 2018): Garantir um sistema de drenagem adequado para evitar o acúmulo de água ao redor das fundações e estruturas é crucial para prevenir a umidade excessiva e a corrosão.
7. Inspeções Regulares (MENDES Et. Al., 2017): Realizar inspeções regulares de estruturas é importante para identificar sinais precoces de problemas, como fissuras ou corrosão, permitindo alterações antes que se agravem.
8. Proteção Contra Intempéries (MENDES Et. Al., 2017): Utilizar técnicas de proteção contra intempéries durante a construção para evitar exposição excessiva a elementos climáticos adversos, ou que possam causar danos.
9. Conscientização e Treinamento (MENDES, 2018): Educar os profissionais da construção, proprietários e gerentes sobre a importância da prevenção de manifestações patológicas e as melhores práticas a serem seguidas.

10. Normas e Regulamentações (MENDES, 2018): Cumprir todas as normas e regulamentações relevantes é fundamental para garantir a conformidade com os padrões de construção e segurança.

Adotar essas estratégias e práticas ao longo de todo o ciclo de vida de uma construção, desde o projeto até a construção e a manutenção, desempenha um papel fundamental na prevenção de manifestações patológicas. Investir na prevenção não apenas economiza custos a longo prazo, mas também contribui para a construção de estruturas mais seguras e resistentes.

2.5 NORMATIVA

A ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) é uma entidade responsável por estabelecer as normas técnicas para a construção civil no Brasil. Algumas normas importantes incluem a NBR 6118 (projeto de estruturas de concreto), NBR 7190 (projeto de estruturas de madeira) e a NBR 15575 (desempenho de edificações habitacionais).

No Brasil, a construção civil é regulamentada por meio de diversas normas técnicas emitidas pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e por órgãos governamentais. Essas normas são projetadas para estabelecer padrões de qualidade, segurança e desempenho nas construções. Além disso, as regulamentações governamentais, os códigos de edificação e as leis municipais também são aplicados para controlar aspectos específicos da construção civil. Aqui estão algumas normas técnicas relevantes no Brasil:

1. NBR 6118 - Projeto de Estruturas de Concreto: Essa norma estabelece os critérios para o projeto de estruturas de concreto armado e protendido, abrangendo desde a concepção até a execução.
2. NBR 7187 - Projeto de Pontes de Concreto Armado e Protendido: Especificar os requisitos para o projeto de pontes de concreto, abordando questões de segurança e desempenho.
3. NBR 15575 - Desempenho de Edificações Habitacionais: Essa norma trata do desempenho de edificações habitacionais e estabelece critérios de qualidade, segurança e conforto das edificações, incluindo aspectos como acústicos, térmicos, estruturais, entre outros.
4. NBR 6123 - Forças devidas a ventos em edificações: Esta norma estabelece critérios para o dimensionamento de estruturas levando em consideração as cargas devidas ao vento, fundamentais para garantir a segurança de edificações em relação aos ventos.
5. NBR 7190 - Projeto de Estruturas de Madeira: Regula o uso de madeira na construção civil, fornece diretrizes para o projeto de estruturas de madeira, incluindo aspectos de dimensionamento e preservação.

Além das normas técnicas, o setor de construção civil no Brasil é regulamentado por órgãos como o CREA (Conselho Regional de Engenharia e Agronomia) e normas

específicas emitidas por órgãos de governo em diferentes níveis (federal, estadual e municipal). Os códigos de edificação e leis municipais também são fundamentais para regulamentos regulamentares, aspectos específicos da construção, como zoneamento, uso do solo e regulamentos de construção.

É fundamental que profissionais de construção, engenheiros, arquitetos e construtores estejam atualizados e cumpram rigorosamente as normas e regulamentações aplicáveis (ABN, 2021). O não cumprimento dessas normas pode resultar em problemas de segurança, qualidade e conformidade legal em projetos de construção. Portanto, a compreensão e adesão a essas regulamentações são cruciais na indústria da construção no Brasil.

Nos Estados Unidos, o ACI (American Concrete Institute) define normas para concreto e estruturas de concreto. A ASTM (American Society for Testing and Materials) também estabelece padrões para materiais de construção, como aço, concreto e outros. A União Europeia possui normas harmonizadas para a construção civil, conhecidas como Eurocódigos. Estes códigos englobam áreas como projeto estrutural, resistência ao fogo, entre outros, e são aplicados em todos os países membros da União Europeia.

2.6 PERSPECTIVAS PARA O FUTURO

A pesquisa na área de desenvolvimento de materiais inovadores é fundamental para melhorar a durabilidade e a resistência das estruturas. A exploração de novos materiais, como concretos de alto desempenho, compostos avançados e materiais autorreparáveis, pode reduzir a ocorrência de manifestações patológicas, prolongando a vida útil das construções (ABNT, 2021).

A utilização de tecnologia de monitoramento em tempo real, como sensores integrados, sistemas de IoT (Internet das Coisas) e análise de dados em tempo real, oferece a capacidade de detectar mudanças nas condições estruturais imediatamente. Isso permite uma intervenção precoce para prevenir problemas estruturais e manifestações patológicas.

A aplicação de inteligência artificial e análise de dados na construção civil permite o uso eficiente de grandes conjuntos de dados para prever problemas potenciais e diagnosticar manifestações patológicas. Algoritmos de aprendizado de máquina podem ser treinados para identificar padrões e fornecer insights valiosos (ABNT, 2021).

A pesquisa em estratégias de manutenção preditiva concentra-se em desenvolver métodos e sistemas que utilizam dados em tempo real para prever quando a manutenção é necessária. Isso ajuda na prevenção de problemas estruturais antes que se tornem manifestações patológicas graves (FARIA; BITTENCOURT, 2018).

A adaptação às mudanças climáticas é uma área importante de pesquisa. Isso envolve o desenvolvimento de estratégias de construção que levem em consideração condições climáticas extremas, como inundações, furacões e incêndios (MENDES Et. Al., 2017). A pesquisa também visa tornar as estruturas mais resistentes às variações climáticas.

A pesquisa em técnicas de reparo avançadas concentra-se no desenvolvimento de métodos inovadores de correção de manifestações patológicas. Isso inclui o uso de materiais de reparo de última geração e técnicas não destrutivas para preservar a integridade das estruturas. A pesquisa em educação e treinamento continuado visa avaliar a eficácia de programas de capacitação para profissionais da construção, promovendo a conscientização sobre a prevenção de manifestações patológicas e boas práticas na indústria da construção (FARIA; BITTENCOURT, 2018).

A pesquisa em modelagem e simulação concentra-se na utilização de técnicas avançadas para prever o comportamento de estruturas em diferentes condições, aprimorando o projeto e a prevenção de manifestações patológicas. A pesquisa em manutenção preventiva inteligente visa desenvolver sistemas que utilizem análises de dados e aprendizado de máquina para prolongar a vida útil das estruturas e reduzir custos de reparo (ISO, 2020).

Cada uma dessas áreas de pesquisa tem o potencial de contribuir significativamente para a prevenção e tratamento eficaz de manifestações patológicas na construção civil, tornando as estruturas mais seguras, reforçadas e resilientes (MENDES Et. Al., 2017).

3. METODOLOGIA DA PESQUISA

Uma revisão bibliográfica será realizada utilizando uma abordagem sistemática para identificar fontes relevantes de informações relacionadas às manifestações patológicas na construção civil, suas causas, prevenção e tratamento.

Diversas bases de dados acadêmicos, bibliotecas digitais e repositórios de pesquisa, tais como PubMed, Scopus, Web of Science, Google Scholar, Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD) e Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), foram consultados.

Os termos de pesquisa incluem palavras-chave relevantes, como "manifestações patológicas", "construção civil", "causas", "prevenção", "tratamento", entre outros, com ênfase em termos em língua portuguesa. Os resultados obtidos foram cuidadosamente avaliados, e apenas fontes que atendem aos critérios de relevância foram incluídas na revisão.

Foi dada prioridade à seleção de fontes em língua portuguesa, a fim de abranger a produção científica nacional sobre o tema. As fontes em língua portuguesa foram comprovadas quanto à sua contribuição para o entendimento das manifestações patológicas na construção civil, bem como para o cumprimento dos objetivos do trabalho. As fontes em língua portuguesa selecionadas são provenientes de revistas científicas, teses, dissertações e documentos técnicos que atendam a critérios de qualidade e confiabilidade.

Após a busca inicial, as fontes identificadas foram submetidas a uma triagem inicial com base em seus títulos e resumos. A triagem direta em consideração os critérios de relevância, incluindo a relação com o tema, a qualidade do conteúdo e a atualidade.

As fontes que atendem aos critérios foram incluídas na revisão bibliográfica, e uma análise crítica foi realizada para extrair informações relevantes sobre causas,

prevenção e tratamento de manifestações patológicas na construção civil, trazendo também sua base normativa.

A partir da revisão da literatura, os resultados foram sintetizados e apresentados de forma clara e objetiva, destacando as principais descobertas e tendências na área das manifestações patológicas na construção civil.

Essa metodologia permitiu a compilação de informações atualizadas, relevantes e em língua portuguesa relacionadas às manifestações patológicas na construção civil, seus fatores causadores, estratégias de prevenção e técnicas de tratamento. Ela garantirá a imparcialidade e a adequação dos critérios de seleção de fontes, promovendo a confiabilidade e a qualidade da revisão bibliográfica.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o estudo dos diversos banco de dados de pesquisas referentes ao assunto, foi possível afirmar que as manifestações patológicas mais presentes nas obras são as oriundas de infiltração e as fissuras. Enquanto que as trincas são uma variante das fissuras de maior profundidade ocasionando problemas gravíssimos se não forem devidamente tratadas, uma vez que têm potencial até mesmo de ruir toda a construção.

O estudo bibliográfico realizado foi essencial para elucidar o conhecimento até então obtido a respeito das principais manifestações patológicas e suas respectivas causas e consequências, bem como as melhores práticas conhecidas para intervir na obra quando necessário solucioná-las.

Assim, evidencia-se que os resultados expostos neste estudo apresentam manifestações patológicas passíveis de serem corrigidas através da atuação de um profissional ou grupo qualificado para tal, possuindo o devido conhecimento e expertise, preferencialmente sob a supervisão de um engenheiro civil.

Diante de um cenário desafiador, é essencial o profissional da construção civil conhecer as áreas mais sensíveis do empreendimento, que possuem um potencial maior de gerar danos e manifestações patológicas. Tendo isso em vista, buscou-se, demonstrar que o planejamento do projeto pode reduzir em até 40% as possibilidades de redução de danos a obra, tendo significativa importância no sucesso do empreendimento, e por primazia, considerar também a execução e materiais utilizados, todas essas, partes singulares de um projeto bem realizado.

Imagem 1 – Principais causas de patologias na construção civil



A prevenção em conjunto com a realização periódica de diagnósticos e manutenções propiciam mais durabilidade para as edificações e evitam os danos das manifestações patológicas, uma vez que a maioria dos defeitos oriundos delas são passíveis de serem evitados com devido acompanhamento de um profissional qualificado.

Um exemplo prático de caso de manifestação patológica na construção civil são as marcas de água em caixa d'água, na parte inferior de uma cobertura ou mesmo em uma laje, já indicando certa propensão e tendência para a estrutura de um edifício, com grande potencial de propiciar um ambiente mais perigoso para as pessoas redução de vida útil do prédio.

Caso haja presença de cristalização de carbonato de cálcio em uma determinada estrutura de concreto (lajes, fachadas, vigas, caixa d'água etc.) significa que está havendo uma condução dos elementos químicos que constituem o cimento, e uma vez que esses elementos são vitais para a resistência do próprio cimento, sua respectiva qualidade fica comprometida, e por consequência comprometendo a própria vida útil do edifício.

A medida que o carbonato de cálcio está sendo carregado da viga ou laje, suas resistências iniciais e projetadas são perdidas, com o agravante da infiltração de água em seu interior, causando a diminuição de seu pH e conseqüentemente corroendo a ferragem no interior do concreto, uma vez que seu pH natural foi modificado.

Isso demonstra a importância de evitar que carbonatos sejam carregados e a presença de manchas de umidade, bem como o grau de urgência de resolver tais manifestações o quanto antes, tendo em vista o risco de colapso do prédio, ainda mais se levar em consideração que a maioria dos indícios demoram a ficar visíveis a olho nu, ou mesmo quando a ocorrência da manifestação se dá em locais mais escondidos, diminuindo a probabilidade de serem detectadas pelas pessoas no prédio.

Em média, um prédio é projetado para perdurar em torno de meio século a um século, mas é extremamente necessário que haja manutenções para assegurar que a sua resistência se mantenha no patamar ao qual foi construído e projetado para o decorrer dos anos, assegurando a vida útil e durabilidade do edifício.

Fica nítido então que o grau de complexidade, o dispêndio de tempo, o custo da solução e a amplitude da área afetada e dos elementos envolvidos são diretamente proporcionais ao tempo de resposta à uma manifestação patológica, não havendo dúvidas de que uma solução corretiva em tempo hábil pode ser a diferença entre o sucesso e a ruína de uma obra.

Apesar disso, é fundamental que o administrador do condomínio ou síndico, em um primeiro momento faça uma análise da situação do edifício em questão por meio de um laudo de inspeção de engenharia apropriado, com critérios comparativos para ser feito um levantamento adequado das causas, bem como as melhores formas de solucionar as manifestações patológicas profissionalmente, não dando margem para palpites que comumente não são dotados de nenhuma tecnicidade, e muitas vezes acabam por agravar a situação, ou no mínimo não resolvem em tempo hábil.

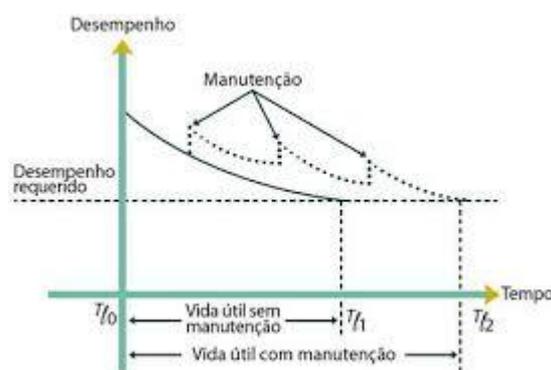
Nesse tipo de manifestação patológica envolvendo umidade, normalmente a melhor solução envolve o isolamento da fonte de umidade, utilizando técnica de impermeabilização, substituindo os materiais comprometidos, colocando juntas e vedando assim a estrutura para que não haja mais vazamentos e infiltrações.

Um fato curioso sobre as manifestações patológicas é a possibilidade de duas ou mais manifestações surgirem por motivos distintos entre si, o que pode acarretar que uma delas acabe por esconder as outras, isso reforça a relevância de identificar corretamente a(s) sua(s) verdadeira(s) causa(s).

Vale a pena ressaltar que as manifestações patológicas são passíveis de ocorrer em todas as fases de uma obra, não se limitando a uma etapa específica. Por isso, o controle de qualidade e padronização dos produtos utilizados e da tecnologia empregada devem ser constantemente monitorados para que a margem de segurança seja a maior possível.

Importante salientar, que a manutenção preventiva, melhora o desempenho e vida útil da construção, quando bem aplicada, de forma planejada. Conforme gráfico demonstrativo de desempenho:

Imagem 2 – Gráfico de manutenção preventiva x desempenho



Diante do exposto acima, seria adequado para cada empreendimento, a apresentação de um plano preventivo, com manutenções preventivas e corretivas e suas orientações de como proceder, materiais adequados e indicação de profissionais habilitados para o exercício daquela atividade. Tendo em vista, que, manutenções regulares e bem executadas prolongam a vida útil da construção, melhorando seu desempenho funcional, estético ou estrutural. Nota-se, que o desempenho requerido, é melhorado significativamente após a aplicação de manutenções. E o custo a médio e longo prazo é compensado pela melhora do estado e bem-estar proporcionado aos usuários da estrutura.

Não há dúvidas de que a primazia pela qualidade em uma construção civil é imprescindível, pois sem ela, uma estrutura não atinge um grau de resistência contra as manifestações patológicas, implicando em menor durabilidade como já citado anteriormente. Para tanto, é imperioso uma combinação harmônica entre os materiais usados, avaliação correta do ambiente onde a obra será executada, mão de obra qualificada e know-how satisfatório tanto dos projetistas quanto do operacional envolvido no trabalho. Qualquer um desses fatores ausentes traz por si só sérios riscos para que seja alcançado um padrão mínimo aceitável dentro das normativas vigentes.

Este trabalho também demonstrou a importância do profissional de engenharia civil e sua responsabilidade no projeto, execução e acompanhamento pós-obra, além de sua atuação, promovendo segurança e qualidade de vida nas construções. Salienta-se a necessidade de conhecimento técnico e constante atualização, de novas tecnologias e métodos construtivos. Além disso, o parecer técnico, através de laudos periciais e vistorias trazem credibilidade a profissão e ressaltam sua importância. A demonstração, de que não há um único caminho para resolução de problemas em obras, evidencia a capacidade de análise e interpretação de resultados que o profissional da construção civil precisa, para desenvolver um bom trabalho.

Este artigo esclareceu a respeito da relevância de um trabalho preventivo bem feito, mitigando as chances de surgirem manifestações patológicas, através da utilização de materiais e equipamentos de qualidade assim como a devida fiscalização e mão de obra capacitada tanto para prevenir quanto intervir quando necessário.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

À medida que o setor de construção civil continua a evoluir e enfrentar novos desafios, o estudo das manifestações patológicas nas estruturas torna-se cada vez mais crucial. Neste artigo, exploramos as causas, a prevenção, o tratamento, as normas e regulamentações, bem como áreas de pesquisa futura relacionadas a esse tema.

A prevenção de manifestações patológicas começa com a atenção ao projeto estrutural, a escolha de materiais de alta qualidade e a execução precisa. A manutenção preventiva e as inspeções regulares são igualmente necessárias para identificar e corrigir problemas em previsões iniciais.

No tratamento de manifestações patológicas, a identificação da causa raiz é o primeiro passo, seguido pela aplicação de soluções adequadas para restaurar a integridade das estruturas afetadas. A adesão às normas e regulamentações é essencial para

garantir a qualidade e segurança das construções. É importante que essas regulamentações sejam atualizadas para incorporar os avanços tecnológicos e as mudanças ambientais.

Ao olharmos para o futuro, áreas de pesquisa como o desenvolvimento de materiais inovadores, monitoramento em tempo real, inteligência artificial, estratégias de manutenção preditiva e resiliência estrutural oferecem promessas significativas para melhorar a construção civil. Essas áreas tornam as construções mais sustentáveis, resistentes às mudanças climáticas e eficazes na prevenção de manifestações patológicas.

A construção civil é uma indústria em constante evolução que requer aprendizado contínuo e inovação. A abordagem proativa das manifestações patológicas visa a construção de estruturas mais seguras, resistentes e resilientes, contribuindo para um futuro mais confiável e seguro no setor da construção civil.

REFERÊNCIAS

AMBRÓSIO M. **Definição de Patologias das Construções**. São Paulo. 2013.

ANDRADE, T.; SILVA, A. J. C. **Patologia das Estruturas**. In: ISAIA, Geraldo Cechella (Ed.). **Concreto: ensino, pesquisa e realizações**. São Paulo: IBRACON, 2005.

ANTUNES. C. **As Patologias da Construção Civil e suas reações nas Obras**. São Paulo. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 6118: **Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimento**. ABNT, 2021.

BERNARDES, C.; ARKIE, A.; FALCÃO, C. M.; KNUDSEN, F.; VANOSSI, G.; BERNARDES, M.; YAOKITI, T. U. **Qualidade e custo das não conformidades em obras de construção civil**. 1. ed. São Paulo: Pini, 1998.

CASCUDO, O. **Inspeção e Diagnóstico de Estruturas de Concreto com Problemas de Corrosão da Armadura**. In.: **Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações**. Editor: Geraldo Cechella Isaia. São Paulo: IBRACON, 2005.

DIAS, J.F.A.; ALVES, R. B.; Brum, M.M.M. **Manifestações patológicas em construções de alvenaria estrutural**. Engenharia Civil ,10(2), 112-124, 2015.

FARIA, C.J.; BITTENCOURT, T.N. **Manifestações patológicas de umidade em edificações: diagnóstico, tratamento e prevenção**. Revista da Construção, 1(3), 59-70, 2018.

GONÇALVES, E. A. B., **Estudo de Patologias e suas Causas nas Estruturas de Concreto Armado de Obras de Edificações**, Projeto de Graduação, UFRJ, Escola Politécnica, Curso de Engenharia Civil, Rio de Janeiro, 2015.

LIMA. M. SANTOS. D. AUGUSTO. A. **As Patologias da Construção Civil**. São Paulo. 2017.

MARCELLI, M. **Sinistros na construção civil: causas e soluções para danos e prejuízos em obras** - São Paulo: Pini, 2007.

MENDES, F.F.B.; BARIN, A.J.; OLIVEIRA, D.R. de; SOUZA, M.R. de. **Detecção de corrosão de armaduras de aço em concreto por emissão acústica.** Construção e Materiais de Construção, 162, 450-459, 2017.

MENDES, L.M.; FARIA, C.J.; FALCÃO, A. **Manifestações patológicas de edifícios de madeira: diagnóstico, tratamento e prevenção.** Revista da Madeira, 23(2), 211-228, 2018.

OLIVEIRA, D. F., **Levantamento de Causas de Patologias na Construção Civil,** Projeto de Graduação, UFRJ, Escola Politécnica, Curso de Engenharia Civil, Rio de Janeiro, 2013.

OLIVEIRA, A. R. **Umidade por Infiltração. Tipos de Patologias da Construção Civil.** Rio de Janeiro. 2012.

OLIVEIRA, J. J. **Prevenção das Patologias da Construção Civil.** São Paulo. 2011.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DE NORMALIZAÇÃO (ISO). ISO 15686-1:2017: **Edifícios e ativos construídos – Planejamento da vida útil – Parte 1: Princípios gerais.** ISSO, 2020.

SANTOS, U. T. A. **O Conceito de Patologias da Construção Civil.** São Paulo. 2011.

SILVA, A. **Tipos de Patologias da Construção. Umidade por Condensação.** São Paulo. 2011.

SILVA, M.A. **Compreender os mecanismos de deflagração e de evolução do processo patológico.** Rio de Janeiro. 2012.

SOARES, C.B; HOGA, L.A.; PEDUZZI, M. **Prevalência de dores musculoesqueléticas entre trabalhadores da construção civil.** Trabalho, 36(4), 419-425, 2010.

SOUZA, U. **Tipos de Patologias da Construção Civil.** São Paulo. 2013.

SOUZA FILHO, Emanuel Barbosa de; MIRANDA, Heloisa Ohanna Oliveira; SOUZA, Jefesson Andrey Gomes de. **Patologias na Construção Civil.** Faculdade AGES. 2022. Disponível em <

<https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/25486/1/ARTIGO%20CIENTIFICO%20DE%20ENGENHARIA%20CIVIL.pdf> > Acesso em 14 out. 2023.

SOUZA, V. **Prevenção das Patologias da Construção Civil.** São Paulo. 2011.

SOUZA, V.; RIPPER, T. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto.** – São Paulo: Pini, 1998.

THOMAZ, Ercio. **Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação.** 1 ed. São Paulo: PINI, 1989.

ZANG, Y.; RASMUSSEN, K.J.R. **Um estudo da qualidade do ar interior em edifícios escolares localizados em Shenzhen, China.** Ambiente Interior e Construído, 28(1), 132-141, 2019.

CIÊNCIA NA
PRÁTICA

