

INOVAÇÕES NA CORREÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM EDIFÍCIOS: REVISÃO DE LITERATURA

Getsemane Alves Barros¹

<https://orcid.org/0009-0003-6796-0102>

Arthur Aviz Palma e Silva²

<https://orcid.org/0000-0001-5686-5984>

RESUMO

As edificações devem proporcionar ao usuário além da segurança estrutural, o conforto físico e visual. Entretanto, é comum o aparecimento de manifestações patológicas que podem surgir em qualquer uma das etapas de construção ou de uso da edificação. Para que se possa indicar a terapia adequada é preciso conhecer a origem do problema cujos procedimentos de estudo são integrantes do ramo da Patologia das Edificações. Os principais métodos instrutivos dos quais os profissionais envolvidos na área se validam estão especificados na Norma de inspeção predial nacional do IBAPE a qual estabelece critérios e procedimentos relativos à inspeção predial. Na busca para resolver tais problemas, busca-se medidas inovadoras encontradas no Brasil. Nesse sentido, esse estudo teve o objetivo apresentar as medidas inovadoras que visam a correção de manifestações patológicas em edifícios. Na metodologia empregada, trata-se de uma revisão integrativa da literatura, com fundamento em artigos científicos, periódicos e na legislação atual sobre o respectivo tema. A coleta de dados foi realizada por meio de banco de dados tais como Scielo, Google Acadêmico, dentre outros, no período de 2019 a 2023. Nos resultados, ficou evidente que a correção de manifestações patológicas em edifícios é uma área vital na engenharia civil e na construção, focando na identificação, análise e resolução de problemas estruturais e funcionais que surgem ao longo do tempo. A inovação nesse campo pode melhorar significativamente a durabilidade, segurança e funcionalidade dos edifícios.

Palavras-chave

Edifícios; Patologia; Inovação.

Submetido em: 25/09/2024 – Aprovado em: 28/10/2024 – Publicado em: 05/11/2024

1 Acadêmica de Engenharia Civil/formação, universidade de Gurupi UNIRG, Tocantins, <https://orcid.org/0009-0003-6796-0102>.

2 Mestre doutorando/Engenheiro Civil UFPA, universidade de Brasília, Brasília e <https://orcid.org/0000-0001-5686-5984>.



INNOVATIONS IN THE CORRECTION OF PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS IN BUILDINGS: LITERATURE REVIEW

ABSTRACT

Buildings must provide the user with physical and visual comfort, in addition to structural safety. However, it is common for pathological manifestations to appear at any stage of construction or use of the building. In order to indicate appropriate therapy, it is necessary to know the origin of the problem whose study procedures are part of the branch of Building Pathology. The main instructional methods that professionals involved in the area validate are specified in the IBAPE National Building Inspection Standard, which establishes criteria and procedures related to building inspection. In the search to solve such problems, innovative measures found in Brazil. In this sense, this study aimed to present innovative measures aimed at correcting pathological manifestations in buildings. In the methodology used, it is an integrative review of the literature, based on scientific articles, periodicals and current legislation on the respective topic. Data collection was carried out through databases such as Scielo, Google Scholar, among others, from 2019 to 2023. In the results, it was evident that the correction of pathological manifestations in buildings is a vital area in civil engineering and in construction, focusing on the identification, analysis and resolution of structural and functional problems that arise over time. Innovation in this field can significantly improve the durability, safety and functionality of buildings..

Keywords

Buildings; Pathology; Innovation.

1 INTRODUÇÃO

Nas construções, recomendam-se manutenções a cada cinco anos, devido a ocorrência de patologias que podem ocorrer pelo clima, umidade, exposição ou tensões sofridas na estrutura. Patologia vem de páthos “doença”, e lógus “estudo”, a mesma busca encontrar as causas, origens, mecanismos de ocorrências, amostras e consequências, do porquê as edificações deixam de apresentar o desempenho mínimo estabelecido. Doenças essas que prejudicam a estética e a estrutura da edificação, ademais podem estar relacionadas a execução e materiais utilizados com mau desempenho (SCHMOELLER et al., 2020).

Patologias, são problemas que comprometem a vida útil das edificações, ocorrem devido a erro de projetos, má qualidade dos materiais empregados, falta de controle tecnológico, é mais comum em concretos, segundo NBR 15575 (2013), a vida útil do concreto deve ser de no mínimo 50 anos.

Abreu e Portal (2022) citam que recuperar uma estrutura com patologias é mais complexo do que executar uma nova. Isto ocorre devido ao fato de que muitas vezes a edificação já pode estar em uso, o que vai complicar os trabalhos de recuperação.

Dentre as manifestações patológicas mais comuns em edifícios, tem-se: fissuras e trincas, umidade, deterioração do concreto e corrosão de armaduras, deslocamento de revestimentos, patologias em sistemas de drenagem e esgoto, falhas em elementos estruturais, problemas de isolamento térmico e acústico, patologias em sistemas elétricos e hidráulicos, etc.

Ao entender e abordar as manifestações patológicas, os profissionais da construção podem adotar medidas preventivas durante o projeto, a construção e a manutenção dos edifícios, garantindo uma vida útil mais longa e eficiente para as construções. Nesse sentido, o profissional habilitado deve buscar no mercado ações inovadoras que possam corrigir as manifestações patológicas em edifícios (RIBEIRO; MORAES; MATA, 2020).

No decorrer de sua análise procura-se responder: quais são as principais medidas inovadoras que visam a correção de manifestações patológicas em edifícios? Neste sentido, o principal propósito desse estudo é apresentar as medidas inovadoras que visam a correção de manifestações patológicas em edifícios.

2 REVISÃO DE LITERATURA

As edificações devem proporcionar ao usuário além da segurança estrutural, o conforto físico e visual. Entretanto, é comum o aparecimento de manifestações patológicas que podem surgir em qualquer uma das etapas de construção ou de uso da edificação. Para que se possa indicar a terapia adequada é preciso conhecer a origem do problema cujos procedimentos de estudo são integrantes do ramo da Patologia das Edificações (RIBEIRO; MORAES, 2020).

Patologia é a ciência que estuda a origem, os sintomas e a natureza das doenças. No caso dos edifícios, a patologia refere-se ao estudo de anomalias relacionadas à sua deterioração. O termo patologia é usado em engenharia civil quando há perda de desempenho da estrutura. Este termo é utilizado no campo da saúde, o que significa o estudo das doenças e sintomas que causam no organismo (PASSOS, 2020).

A patologia estrutural é o estudo da identificação e correção de anormalidades ou problemas em um edifício causando assim alterações anatômicas e funcionais. Segundo Sena e Viana (2020) a manifestação patológica se designa quando ocorre perda ou queda de desempenho de um conjunto ou componente estrutural.

Costa et al. (2023) explicam que as manifestações patológicas em edifícios se referem a problemas e defeitos que surgem ao longo do tempo nas construções, comprometendo a integridade, a funcionalidade, a estética e a segurança das edificações. Esses problemas podem ser causados por uma variedade de fatores, incluindo falhas de projeto, erros de execução, uso inadequado de materiais, falta de manutenção, e condições ambientais adversas.

Dentre os problemas mais comuns encontrados em edifícios, está fissuras e trincas. Geralmente as causas para isso, são a movimentação da estrutura devido a recalques diferenciais, variações térmicas, retração do concreto, e tensões induzidas por cargas excessivas. O seu impacto pode comprometer a integridade estrutural e permitir a infiltração de água, levando a danos adicionais (MORAIS et al., 2020).

Outra manifestação patológica muito comum encontrada são as infiltrações e umidades. São ocasionadas por meio de falhas na impermeabilização, danos nas coberturas e calhas, e ausência de sistemas de drenagem adequados. Como efeitos, elas acabam deteriorando os elementos construtivos, proliferação de mofo e fungos, e redução da qualidade do ar interno (MORAIS et al., 2020).

Outra patologia também muito encontrada é a eflorescência. Elas surgem em razão da migração de sais solúveis através de materiais porosos, como tijolos e concreto, que cristalizam na superfície quando a água evapora. Devido a isso, elas provocam manchas brancas na superfície dos materiais, estética comprometida, e possível degradação da argamassa e dos revestimentos (SILVA, 2020).

Além das citadas, menciona-se ainda a corrosão de armaduras, que é ocasionada em razão da penetração de água e agentes agressivos, como cloretos e dióxido de carbono, que levam à corrosão das armaduras de aço no concreto armado. O seu impacto causa a redução da seção resistente do aço, fissuras e destacamento do concreto, e perda da capacidade estrutural (MENDES, 2022).

Cita-se também a desagregação e desintegração do concreto, cuja causas são as reações químicas internas, como a reação álcali-agregado, e exposição a ciclos de gelo e degelo. Como consequência, tem-se a perda de resistência e durabilidade do concreto, necessidade de reparos ou substituição dos elementos afetados (KESKE, 2019).

Uma das soluções para esses problemas é a realização de projetos bem detalhados e especificações claras, considerando as condições locais e as normas técnicas, além de um acompanhamento rigoroso da obra, uso de materiais de qualidade, e mão de obra qualificada. Soma-se a isso, a implementação de planos de manutenção periódica, inspecionando e reparando elementos construtivos antes que os problemas se agravem (KESKE, 2019).

Outro ponto de enorme solução e prevenção às manifestações patológicas em edifícios é o investimento em inovações tecnológicas. A esse respeito, Carvalho et al. (2023) menciona por exemplo, que a utilização de novas tecnologias e materiais avançados, como concreto autorreparável, sensores de monitoramento, e técnicas de reparo não destrutivas, ajudam sobremaneira a solucionar e a prevenir possíveis surgimento de manifestações patológicas.

Com essas estratégias, é possível minimizar a ocorrência de manifestações patológicas e assegurar a longevidade e segurança das edificações.

3 METODOLOGIA

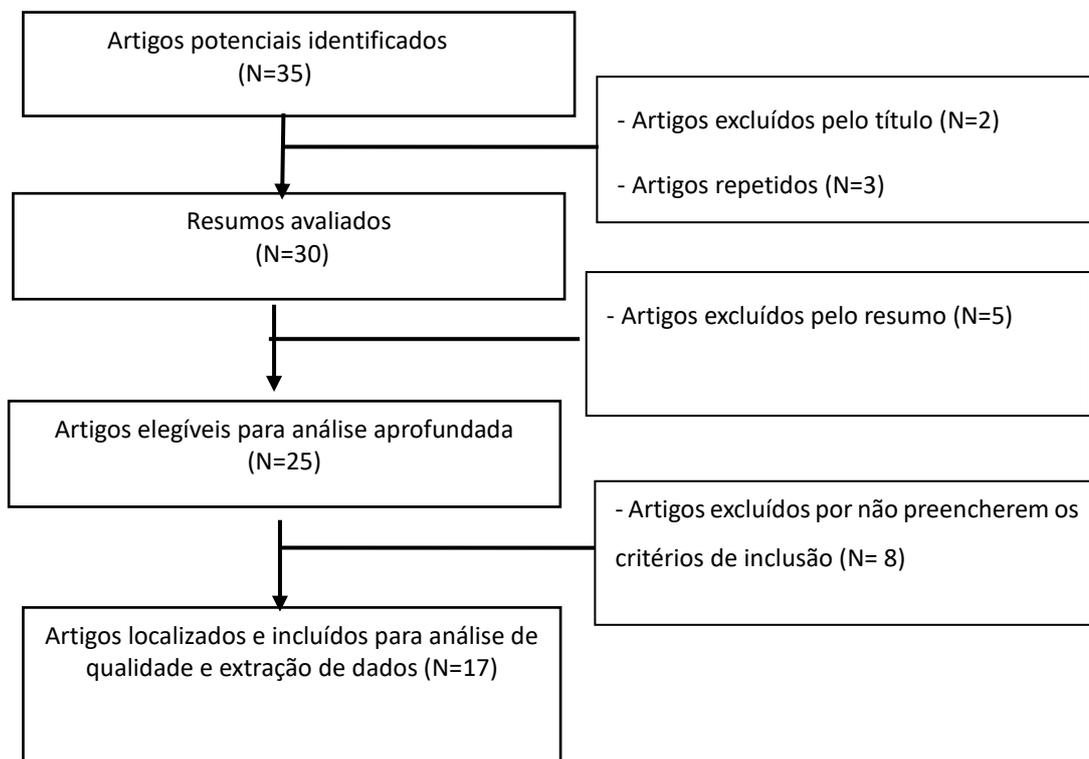
Este estudo não foi submetido ao Comitê de Ética e Pesquisa por se tratar de uma revisão de literatura. Contudo, ressalta-se terem sido mantidas as ideias originais dos autores no processo de sintetização de suas pesquisas.

Foi realizada pesquisa descritiva por meio de revisão integrativa de literatura. Cabe destacar, que uma revisão integrativa de literatura é um método de pesquisa que permite a síntese de conhecimento sobre um determinado tema a partir da análise e interpretação de estudos já existentes. É uma abordagem que busca integrar os resultados de estudos primários relevantes, possibilitando uma compreensão mais ampla e aprofundada do assunto em questão (MARCONI; LAKATOS, 2021).

A busca dos estudos foi realizada em duas bases de dados eletrônicas: Scientific Electronic Library Online (SciELO) e Google Acadêmico, cujo objetivo foi desenvolver uma explicação mais abrangente sobre as medidas inovadoras que visam a correção de manifestações patológicas em edifícios.

A busca principal de artigos foi realizada em site de busca do site Google Acadêmico e a seleção foi constituída com um filtro com o "ano de publicação", sendo válidos apenas trabalho com anuidade de publicação a partir de 2019, em português e inglês.

Fluxograma 1 – Detalhamento da coleta de dados



Fonte: Elaborado pela autora (2024)

As buscas resultaram em 35 artigos, sendo excluídos 18 pelos critérios: título, artigos repetidos, resumo, publicados em outra língua, dentre outros. Ao final, 17 artigos foram explanados por serem adequados a todos critérios desejados na pesquisa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados coletados por esse estudo se referem a uma explicação mais abrangente sobre as medidas inovadoras que visam a correção de manifestações patológicas em edifícios. Para melhor entendimento sobre os resultados encontrados, apresenta-se o Quadro 1; a saber:

Quadro 1 – Artigos analisados na revisão integrativa sobre a temática

TÍTULO	AUTORES (ANO)	TIPO DE ESTUDO	OBJETIVO
Levantamento, acompanhamento correção de manifestações patológicas no município de Goiânia - estudo de caso	ABREU, Daniel Carvalho de; PORTAL, Clésio de Carvalho. (2022)	Estudo de Caso	Apresentar os métodos corretivos das manifestações patológicas em uma edificação residencial no município de Goiânia.
Estudo da origem, sintomas e incidências de manifestações patológicas do concreto	BERTI, João Vitor Meneguetti; SILVA JUNIOR, Gean Pereira da Silva; AKASAKI, Jorge Luís (2019)	Pesquisa de Campo	Discutir problemas patológicos em edificações, analisando sua origem dentro do processo construtivo, os sintomas mais recorrentes e incidências
Manifestações patológicas em edificações com estruturas de concreto armado causadas pela maresia: um estudo de caso em uma edificação no litoral de Fortaleza	CARVALHO, Bruno Weverton Sousa, et al. (2023)	Estudo de Caso	Realizar um estudo sobre as principais patologias, suas possíveis causas e soluções para auxiliar nas manutenções corretivas e preventivas das edificações da cidade de Fortaleza.
Técnicas alternativas de correção de manifestações patológicas na ponte Dom Affonso Felipe Gregory	COSTA, J. A., et al. (2023)	Estudo de Caso	Apresentar algumas alternativas para correção de manifestações patológicas em edifícios.
Análise de manifestações patológicas em edificações escolares da rede pública federal - estudo de caso (IFMG - Campus Ouro Preto)	FERREIRA, Renato José (2023)	Estudo de Caso	Identificar manifestações patológicas em edificações escolares da rede pública federal, analisar suas causas e propor sua adequada recuperação.
Manifestações patológicas em alvenaria de vedação exposta por longos períodos a intempérie	KESKE, Mathias (2019)	Pesquisa de Campo	Analisar e avaliar as alvenarias expostas por longos períodos ao intemperismo, com foco principal nas manifestações patológicas geradas, e suas possíveis causas e soluções de tratamentos antes da realização do processo de acabamento superficial.
Estudo das manifestações patológicas recorrentes em alvenaria estrutural – análise de uma construção habitacional com mais de 10 pavimentos	LIMA, Matheus Almeida Araujo; FERAZ, Talita Pinheiro (2023)	Estudo de Caso	Identificar as manifestações patológicas mais recorrentes, as principais causas e origens em uma construção vertical de um residencial multifamiliar constituído de 3 torres com 13 pavimentos, construído em alvenaria estrutural, com uso de blocos de concreto, localizado em Goiânia – Goiás.
Inspeção de manifestações patológicas de fachadas com drone em função da altura do edifício	LIMA, Moemi Barbosa; JÚNIOR, Alberto Casado Lordsleem; RUIZ, Ramiro Daniel Ballesteros (2020)	Estudo de Caso	Apresentar a associação da inspeção de manifestações patológicas de fachadas com o emprego de drone, ou veículo aéreo não tripulado (VANT).

Manifestações patológicas nas alvenarias de vedação com blocos cerâmicos	MENDES, Matheus Henrique de Moraes (2022)	Estudo de Caso	Analisar as principais manifestações patológicas nas alvenarias de vedação com bloco cerâmico.
Análise de manifestações patológicas em estruturas de concreto armado: uma revisão	MORAIS, João Marcos Pereira de et al. (2020)	Estudo de Caso	Analisar as principais incidências patológicas em estruturas de concreto armado, além de propor soluções práticas dos problemas.
Análise das Manifestações Patológicas no Pós-Obra do Método Construtivo de Paredes de Concreto em Edifícios de Habitações Populares na Cidade do Rio de Janeiro	NETTO, Luiz Gonzaga da Rocha; SOUZA, Valéria Vitorio de; FARIAS, Bruno Matos de (2021)	Estudo de Caso	Identificar as principais manifestações patológicas, após a execução da obra, fazendo uma análise de acordo com um estudo de caso de um setor de assistência técnica que atende o item paredes de concreto de uma construtora de grande porte na cidade do Rio de Janeiro.
Manifestações patológicas em edificações estruturadas em concreto armado e a influência no pós obra	PASSOS, Bibiana de Oliveira (2020)	Estudo de Caso	Apresentar as manifestações patológicas mais comuns ocorrentes em dois empreendimentos de uma construtora na cidade de Caxias do Sul, RS.
Levantamento das principais manifestações patológicas de edificações multifamiliares	RIBEIRO, Bruno Tauil; MORAES, João Victor (2020)	Estudo de Caso	Analisar a ocorrência das principais manifestações patológicas em edifícios multifamiliares, através de estudos realizados em cima de quatro laudos de inspeção predial feitos em quatro edifícios diferentes.
Avaliação das manifestações patológicas e elaboração de ações corretivas e preventivas para o bloco A do IFF Campos/Centro	RODRIGUES, Amanda da Silva; LIMA, Gustavo Pereira de; SOARES, Joadelio Chagas (2022)	Estudo de Caso	Apontar os sintomas patológicos presentes no Bloco A do IFF Centro de Campos e propor um plano de ação corretivo e preventivo para os sintomas patológicos subjacentes.
Manifestações patológicas em estruturas de concreto armado	SENA, Vinícius Lorentz; VIANA, Adão Júnior Ferreira (2020)	Estudo de Caso	Descrever as principais as principais manifestações patológicas em estruturas de concreto armado.
Análise de manifestações patológicas em sistemas de vedação vertical interno e externo (SVVIE) em alvenaria de blocos cerâmicos em edificações de pequeno porte: um estudo de caso na cidade de Crateús-CE	SILVA, Francisco Roniel Soares (2020)	Estudo de Caso	Apresentar um estudo das manifestações patológicas observadas em paredes de alvenaria de blocos cerâmicos em três edificações de pequeno porte na cidade de Crateús.
Investigação e levantamento de manifestações patológicas em fachadas de edificações do Centro Histórico de Natal/RN	SOUZA, Ewerton Silva Vieira de (2022)	Estudo de Caso	Realizar a investigação e o levantamento das possíveis anomalias patológicas ocorrentes em fachadas de três construções presentes na região que abrange o Sítio Histórico de Natal/RN.

Fonte: Criado pela autora (2024).

No presente estudo foram analisados 17 artigos científicos que discorreram a respeito do tema central proposto por esse trabalho. Considerando a amostra analisada, os resultados obtidos por esse estudo, foram apresentados separadamente no intuito de facilitar o entendimento deles.

No trabalho desenvolvido por Berti, Silva Junior e Akasaki (2019) os autores enfatizam que a etapa de projeto e planejamento é vista como a principal fonte de erros, que estão entre os que provocam problemas mais graves na construção, sendo necessários gastos mais elevados e maior tempo de reparo. A constatação de anomalias é dada principalmente por conta dos sintomas apresentados que são sentidos pelo usuário. Entre os sintomas mais notados destacam-se os tipos de fissuras, a corrosão da armadura em peças de concreto armado e a corrosão do concreto, presenciada nos fenômenos de eflorescência e desagregação.

No trabalho de Sena e Viana (2020) buscou-se descrever as principais manifestações patológicas em estruturas de concreto armado. Os autores explicam que a deterioração do concreto vem de uma combinação de diferentes fatores externos e internos. Os principais sintomas que podem aparecer, sozinhos ou simultaneamente, são os seguintes: ruptura, desprendimento e desintegração. Quanto aos principais mecanismos de deterioração relacionados ao reforço, pode-se concentrar na carbonização e no cloreto.

Diante dos problemas apresentados, é importante buscar soluções. Primeiramente, aponta-se, conforme explicitam Rodrigues, Lima e Soares (2022) que a realização de um bom projeto, devidamente realizado por profissionais competentes e qualificados, é um dos fatores mais importantes para o bom funcionamento de qualquer construção, mas não o único. A durabilidade de uma edificação também está relacionada à forma como ela será tratada ao longo de sua vida útil. Inspeções periódicas para detectar possíveis patologias ou aquelas já instaladas são vitais e de grande importância.

No estudo de Lima, Júnior e Ruiz (2020) tinha como objetivo apresentar a associação da inspeção de manifestações patológicas de fachadas com o emprego de drone, ou veículo aéreo não tripulado (VANT), com o intuito de verificar a viabilidade de sua utilização em edifícios de elevadas alturas, possibilitando a identificação das manifestações patológicas que estejam presentes nas fachadas. A metodologia consistiu em analisar através do uso do VANT Phantom 4 Pro V 2.0 da fabricante DJI, as fachadas de uma edificação considerada de alto padrão, localizada na Zona Norte da cidade do Recife, Estado de Pernambuco, onde, conseguiu-se constatar a presença das seguintes manifestações patológicas: manifestações patológicas decorrentes de processos biológicos, principalmente o mofo, fissuras/ trincas, destacamento e eflorescência, através de fotografias coletadas a partir da inspeção com o veículo aéreo não tripulado de asas rotativas, juntamente com o processamento das imagens de forma binarizada, e construção do ortomosaico da edificação através do software AGISOFT PhotoScan.

Os resultados demonstram que o VANT se mostrou um método eficiente, possibilitando a conclusão de todo o levantamento sem falhas e com boa qualidade de imagens, possibilitando a identificação das manifestações patológicas de forma clara e relativamente rápida.

Na pesquisa de Costa et al. (2023) apresentou-se algumas alternativas para correção de manifestações patológicas em edifícios. Nesse estudo, menciona-se monitoramento estrutural (Sensores de monitoramento estrutural, como acelerômetros, medidores de deformação e medidores de inclinação, podem ser instalados em edifícios para detectar precocemente sinais de problemas estruturais, como movimentações, vibrações anormais ou deformações excessivas); câmeras de termografia infravermelha (são capazes de detectar variações de temperatura na superfície dos edifícios, o que pode indicar problemas como infiltrações de água, isolamento térmico deficiente e falhas em sistemas elétricos e hidráulicos) e modelagem de informações da construção (BIM), uma metodologia que permite a criação de modelos digitais tridimensionais de edifícios, integrando informações sobre geometria, materiais, sistemas construtivos e desempenho.

Na pesquisa de Abreu e Portal (2022), tinha-se o objetivo de apresentar os métodos corretivos das manifestações patológicas em uma edificação residencial no município de Goiânia, no qual estudou-se as patologias encontradas (fissuras, trincas e deslocamento cerâmico) e a partir destas foram feitos ensaios de percussão e resistência à tração nos revestimentos cerâmicos, bem como um acompanhamento das fissuras e trincas por meio do método dos selos de gesso e vidro.

Netto, Souza e Farias (2021) em seu trabalho buscou identificar as principais manifestações patológicas, após a execução da obra, fazendo uma análise de acordo com um estudo de caso de um setor de assistência técnica que atende o item paredes de concreto de uma construtora de grande porte na cidade do Rio de Janeiro. Os dados foram coletados em duas etapas. Primeiramente, a partir de relatórios fornecidos pelo setor de assistência técnica da construtora, foram levantadas as patologias relatadas pelos usuários, na segunda etapa realizou-se uma vistoria a obra, utilizando como amostra três empreendimentos. Foi desenvolvido um mapeamento e catalogação das principais manifestações patológicas após a execução, com identificação e registro dos principais chamados feitos pelos usuários, identificando seu grau de incidência, suas características, localização e aprofundamento desses chamados, assim como suas prováveis causas; gerando um modelo de identificação dessas anomalias, das possíveis causas desencadeadoras do processo de degradação e recomendações de ações que visem reduzir a ocorrência dessas patologias.

Os resultados do trabalho de Netto, Souza e Farias (2021) mostraram que mudando ou acrescentando determinadas ações de execução e controle de qualidade, pode-se prevenir que surjam problemas descritos pelos usuários finais.

A título de exemplo, a alternância do concreto convencional pelo autoadensável pode prevenir direta ou indiretamente o aparecimento das manifestações patológicas, como infiltração pela esquadria, deslocamento cerâmico e fissuras na estrutura. Obtendo também um lançamento e adensamento mais uniforme do concreto, eliminando a vibração, ganhando na produtividade e evitando o deslocamento das armaduras e embutidos. Além de tornar o lançamento e adensamento do concreto mais uniforme, também elimina a vibração, o que representa aumento de produtividade e evita o deslocamento das armaduras e sistemas embutidos.

Na pesquisa de Ribeiro e Moraes (2020), os autores buscaram analisar a ocorrência das principais manifestações patológicas em edifícios multifamiliares, através de estudos realizados em cima de quatro laudos de inspeção predial feitos em quatro edifícios diferentes. As pesquisas e os relatórios de inspeção predial indicaram que, a manifestação patológica mais recorrente era da tipologia de fissuras e trincas. No entanto, muitas delas encontradas nas edificações poderiam ter sido evitadas caso os processos construtivos passassem por inspeção técnica quanto a efetivação das especificações do projeto, bem como ao controle de qualidade nas etapas que envolvem no processo construtivo. Sendo assim as vistorias periódicas seguidas de manutenções corretivas, são de fundamental importância para o bom desempenho da edificação, seja estruturalmente ou de uso, que é o caso da maioria das patologias citadas.

No estudo de caso de Lima e Ferraz (2023) tentou-se identificar as manifestações patológicas mais recorrentes, as principais causas e origens, em uma construção vertical de um residencial multifamiliar constituído de 3 torres com 13 pavimentos, construído em alvenaria estrutural, com uso de blocos de concreto, localizado em Goiânia – Goiás. Os resultados apontaram que a falta de aplicação do concreto ou graute identificadas nas últimas fiadas das alvenarias reduzem drasticamente a resistência projetada para a alvenaria, prejudicando sua principal característica autoportante. As fissuras identificadas nas laterais dos vãos das portas estão diretamente relacionadas à falha de execução de vergas, à possível utilização de materiais não adequados e ao não atendimento aos requisitos que obrigatoriamente, por norma, devem constar nos projetos executivos.

Os autores concluem que as principais causas das manifestações patológicas na construção civil são erros durante a etapa de construção, como a execução fora das diretrizes estabelecidas para a garantia da qualidade e integridade final do produto por meio da ABNT (16868-2:2020), além de erros de projeto, como um dimensionamento inadequado não estruturado com base nos normativos pertinentes ao método construtivo da alvenaria estrutural, ABNT (16868-1:2020) e o uso de materiais inadequados para a construção (LIMA; FERRAZ, 2023).

No estudo de caso apresentado por Carvalho et al. (2023) buscou-se responder a seguinte questão: como diminuir a incidência de patologias em edificações com estrutura de concreto localizadas a 1 km da região da Praia do Futuro, na cidade de Fortaleza? Inicialmente, os autores enfatizam que grandes edificações situadas em áreas litorâneas, como na região de Fortaleza, sofrem com patologias causadas pela ação da maresia. Dentre os problemas apresentados, foi observado que na cobertura da edificação vários pontos com corrosão exposta nas estruturas de concreto armado devido ao desgaste ocasionado pela maresia e falta de manutenção preventiva. As estruturas oxidadas também devem receber pintura contra corrosão à base de resinas epoxídicas ou de cromato de zinco, antes do restauro final da peça. Após o processo de tratamento de corrosão, é indicado o cobrimento da armadura com um revestimento de pintura ou revestimento cerâmico com intuito de diminuir a porosidade do concreto.

No trabalho de Keske (2019) buscou-se analisar e avaliar as alvenarias expostas por longos períodos ao intemperismo, com foco principal nas manifestações patológicas geradas, e suas possíveis causas e soluções de tratamentos antes da realização do processo de acabamento superficial. Analisou-se três edificações, localizadas no município de Panambi/RS. Verificou-se que as manifestações com maior incidência foram as de origem biológicas apresentando mais de 75% de incidência, sendo suas principais causas o acúmulo de poeira, fuligens, dejetos de pássaros e umidade. Conforme os autores e a NBR 7200 (ABNT, 1998) os tratamentos mais indicados para a eliminação das manifestações, é a limpeza com componentes químicos e água sob pressão, sendo processos baratos, rápidos e eficientes para situações que apresentam uma remoção difícil.

Na pesquisa de Mendes (2022), o foco era analisar as principais manifestações patológicas nas alvenarias de vedação com bloco cerâmico. A principal manifestação buscada nesse trabalho foram as fissuras, uma vez que ela é a principal manifestação que ocorre nas alvenarias. Os autores enfatizam que é preciso utilizar métodos que busquem encontrar os possíveis problemas na alvenaria. Nesse sentido, eles utilizaram como base o método de Lichtenstein, utilizado para diagnosticar as patologias que ocorrem nas edificações e o método GDE/UnB, utilizado para realizar a avaliação quantitativa do grau de deterioração de estruturas de concreto.

Morais et al. (2020) em sua pesquisa, tencionou analisar as principais incidências patológicas em estruturas de concreto armado, além de propor soluções práticas dos problemas. Os resultados apontaram que das patologias analisadas, a mais frequente é a corrosão da armadura, e em seguida destacam-se as incidências de patologias do tipo fissura e manchas.

No aspecto prevenção e controle, os supracitados autores explicam que no caso da corrosão da armadura, deve-se utilizar uma cobertura de concreto adequada sobre a armadura, concreto de boa qualidade e com baixa permeabilidade, e cuidados com a cura do concreto.

Além disso, deve-se adicionar inibidores de corrosão ao concreto pode ajudar a proteger a armadura. Aplicar revestimentos protetores na armadura ou utilizar armaduras revestidas com materiais resistentes à corrosão, como aço inoxidável ou galvanizado e implementar sistemas de monitoramento para detecção precoce da corrosão e realizar manutenções preventivas, também são medidas de solução e prevenção (MORAIS et al., 2020).

No estudo de Ferreira (2023) o autor teve como objetivo identificar manifestações patológicas em edificações escolares da rede pública federal, analisar suas causas e propor sua adequada recuperação. Tratando-se de estudo de caso, ele foi realizado em edificações de um campus do Instituto Federal de Minas Gerais. No que concerne aos problemas encontrados nas estruturas de concreto armado, o autor trouxe as seguintes soluções:

Quadro 2 – Soluções apresentadas para os problemas encontrados nas estruturas de concreto armado do estudo de Ferreira (2023)

PROBLEMA	SOLUÇÃO
Carbonatação e desagregação do concreto	<ul style="list-style-type: none"> - Remoção do concreto danificado; - Limpeza do local e recomposição do concreto com argamassa polimérica; - Vedação das frestas com selante à base de silicone ou PU (que aceita movimentação); - Aplicação de fundo preparador e repintura;
Corrosão das armaduras	<ul style="list-style-type: none"> - Remoção do concreto danificado; - Lixamento/escovação da armadura e limpeza; - Aplicação de produto inibidor de corrosão e de produto que permita a aderência entre o concreto antigo e o novo; - Recomposição do concreto;
Fissuras, trincas e rachaduras	<ul style="list-style-type: none"> - Abertura da trinca; - Limpeza e aplicação de fundo preparador; - Aplicação de selador flexível (silicone ou PU);
Perda de aderência entre armadura e concreto	<ul style="list-style-type: none"> - Remoção do concreto danificado em torno da armadura também danificada; - Lixamento/escovação da armadura e limpeza; - Vedação da fresta com selante à base de silicone ou PU (que aceita movimentação); - Aplicação de fundo preparador e repintura.

Fonte: Ferreira (2023, p. 166).

Na pesquisa de Silva (2020) a finalidade era apresentar um estudo das manifestações patológicas observadas em paredes de alvenaria de blocos cerâmicos em três edificações de pequeno porte na cidade de Crateús. Foram catalogadas diversas manifestações patológicas, sendo essas: fissura vertical (encontro alvenaria e estrutura), descolamento com pulverulência, fungos no revestimento, desagregação do bloco cerâmico, empolamento do revestimento, fissuras mapeadas, manchas pretas no revestimento, fissuras verticais (causadas por recalque), manchas de umidade e eflorescência. A autora cita, por exemplo, que a recuperação de fissuras entre alvenaria-estrutura quase sempre demanda técnicas complexas, onerosas e que geram insatisfação nos clientes. Portanto, a melhor escolha é prevenir o aparecimento desta manifestação patológica, por meio de um projeto adequado e da correta execução dos serviços, investindo em materiais e mão-de-obra especializada.

Silva (2020) menciona ainda que para os casos mais agressivos onde a resistência da alvenaria foi afetada de forma significativa, a alvenaria deve ser substituída, e quando a enfermidade afeta somente o revestimento, deve-se remover todo o reboco comprometido, umedecer a alvenaria e logo em seguida aplicar uma camada de chapisco, e finalmente rebocar com uma argamassa polimérica conforme recomenda a NBR 9575 (ABNT, 2010).

Ao discorrer sobre as inovações aos problemas apresentados, Souza (2022) exemplifica afirmando por exemplo, a utilização de drones equipados com câmeras de alta resolução para inspeções visuais detalhadas de fachadas e telhados, identificando fissuras, infiltrações e danos superficiais, além de aplicação de câmeras infravermelhas para detectar áreas de perda de calor, infiltrações e umidade escondida dentro das estruturas, sem a necessidade de intervenções invasivas.

Soma-se a esses exemplos acima descritos, a implementação de sensores IoT (Internet das Coisas) para monitorar em tempo real a integridade estrutural, detectar vibrações anormais, variações de temperatura e umidade (SOUZA, 2022).

No que se refere aos materiais inovadores para reparos e reforços, Passos (2020) menciona o concreto autor reparável, que liberam agentes de reparo quando ocorrem fissuras, promovendo a autor reparação do material. Há ainda os compósitos de fibra, onde a aplicação de fibra de carbono ou vidro para reforço estrutural, oferece alta resistência com menor peso e maior flexibilidade de aplicação. Tem-se também a nanotecnologia, que é o desenvolvimento de revestimentos e materiais de reparo com propriedades melhoradas, como resistência aumentada à umidade, corrosão e desgaste.

Todos esses exemplos, demonstram que as inovações tecnológicas podem ser úteis para recuperação e prevenção de manifestações de patologias. De todo modo, pelos trabalhos analisados e trazidos para esse estudo, afirmam que se faz necessário realizar a correção preventiva das patologias, seja ela em concreto ou alvenaria, a fim de que se possa manter a edificação em um bom estado de conservação e excelência, sem perder sua funcionalidade.

6 CONCLUSÃO

Manifestações patológicas em edifícios referem-se a problemas estruturais, construtivos ou de desempenho que afetam a segurança, durabilidade, funcionalidade ou estética de uma construção. Essas manifestações podem ser causadas por uma variedade de fatores, incluindo erros de projeto, materiais inadequados, técnicas de construção deficientes, falta de manutenção ou condições ambientais adversas.

Problemas estruturais, como fissuras, deterioração do concreto, falhas em elementos estruturais e problemas nos sistemas elétricos e hidráulicos, podem representar riscos à segurança dos ocupantes do edifício, podendo resultar em acidentes graves ou até mesmo em colapsos estruturais.

A escolha inicial para esse tema se deu primeiramente, por entender que a patologia, na construção civil, se tornou um obstáculo de grande importância, pela necessidade de abordar os estudos dos problemas, ressaltando suas causas, sintomas e soluções e principalmente sua contextualidade.

Para lidar com essas manifestações patológicas, é importante realizar inspeções regulares, adotar medidas preventivas durante o projeto e a construção, além de realizar manutenção adequada ao longo da vida útil do edifício. Em casos mais graves, intervenções de reabilitação e reforço estrutural podem ser necessárias para garantir a segurança e a durabilidade da construção.

Nos resultados apresentados por esse estudo ficou evidente constatar que a inovação na correção de manifestações patológicas em edifícios é essencial para garantir a longevidade e a segurança das estruturas construídas. O uso de novas tecnologias, materiais avançados e métodos modernos de reparo permite abordagens mais eficientes e sustentáveis. Ao adotar essas inovações, engenheiros e construtores podem enfrentar desafios complexos de maneira mais eficaz, preservando e melhorando o patrimônio construído.

Espera-se que o trabalho corrobore para maior incentivo aos construtores, projetistas e usuários de concreto armado e alvenaria, a se atentarem mais ao realizar obras com esses materiais, que obedeçam aos procedimentos e normas a fim de garantir maior durabilidade e estética as edificações desse país.

REFERÊNCIAS

ABREU, Daniel Carvalho de; PORTAL, Clésio de Carvalho. **Levantamento, acompanhamento correção de manifestações patológicas no município de Goiânia - estudo de caso**. Artigo entregue à Pontifícia Universidade Católica de Goiás; PUC-GOIÁS, 2022.

BERTI, João Vitor Meneguetti; SILVA JUNIOR, Gean Pereira da Silva; AKASAKI, Jorge Luís. Estudo da origem, sintomas e incidências de manifestações patológicas do concreto. **Revista Científica ANAP Brasil**. v. 12, n. 26, 2019.

CARVALHO, Bruno Weverton Sousa, et al. **Manifestações patológicas em edificações com estruturas de concreto armado causadas pela maresia: um estudo de caso em uma edificação no litoral de Fortaleza**. Trabalho de Conclusão de Curso entregue ao curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Ateneu. Fortaleza, 2023.

COSTA, J. A., SOUSA, P. M. L. G., MACHADO, V. DE S., DUARTE, F. R. L., SILVA, H. C., OLIVEIRA, M. R. S., CARVALHO, V. B., TEIXEIRA, F. L., & GOMES, R. S. Técnicas alternativas de correção de manifestações patológicas na ponte Dom Affonso Felipe Gregory. **Brazilian Applied Science Review**, 7(1), 289–309; 2023.

FERREIRA, Renato José. **Análise de manifestações patológicas em edificações escolares da rede pública federal - estudo de caso (IFMG - Campus Ouro Preto)**. 2023. 190 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia das Construções) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2023.

KESKE, Mathias. **Manifestações patológicas em alvenaria de vedação exposta por longos períodos a intempérie**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Engenharia Civil, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, Ijuí, 2019.

LIMA, Matheus Almeida Araujo; FERRAZ, Talita Pinheiro. **Estudo das manifestações patológicas recorrentes em alvenaria estrutural – análise de uma construção habitacional com mais de 10 pavimentos**. Artigo entregue à Pontifícia Universidade Católica de Goiás; PUC-GOIÁS, 2023.

LIMA, Moemi Barbosa; JÚNIOR, Alberto Casado Lordsleem; RUIZ, Ramiro Daniel Ballesteros. Inspeção de manifestações patológicas de fachadas com drone em função da altura do edifício. **Mostra de Extensão, Inovação e Pesquisa da Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco**. vol. 7. n. 1; 2020.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos da Metodologia Científica**. 9 ed. Editora Atlas: 2021.

MENDES, Matheus Henrique de Moraes. **Manifestações patológicas nas alvenarias de vedação com blocos cerâmicos**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Goiânia, 2022.

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.

NBR 15575. **Edificações habitacionais – Desempenho Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos**. Rio de Janeiro, 2013.

NETTO, Luiz Gonzaga da Rocha; SOUZA, Valéria Vitorio de; FARIAS, Bruno Matos de. **Análise das Manifestações Patológicas no Pós-Obra do Método Construtivo de Paredes de Concreto em Edifícios de Habitações Populares na Cidade do Rio de Janeiro**. Epitaya E-Books, 1(6), 368-397, 2021.

PASSOS, Bibiana de Oliveira. **Manifestações patológicas em edificações estruturadas em concreto armado e a influência no pós obra**. Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário da Serra Gaúcha, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil. Caxias do Sul, 2020.

RIBEIRO, Bruno; MORAES, João Victor; MATA, Rodrigo Carvalho da. **Levantamento das principais manifestações patológicas de Edificações Multifamiliares**. Pontifícia Universidade Católica de Goiás; 2020.

RODRIGUES, Amanda da Silva; LIMA, Gustavo Pereira de; SOARES, Joadelio Chagas. **Avaliação das manifestações patológicas e elaboração de ações corretivas e preventivas para o bloco A do IFF Campos/Centro**. XIV Congresso Fluminense de Iniciação Científica e Tecnológica. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense. 1(1), p. 1-15, 2022.

SCHMOELLER, Silvana; FREITAS, Carolina de; VASCONCELOS, Jessica Hipolito de; SIQUEIRA, Ayres Silva; SOUZA, Jaqueline. **Análise e correção de manifestação patológica decorrente da umidade em uma edificação no município de Pitanga – PR**. Artigo entregue ao curso de Engenharia Civil no Centro Universitário Campo Real; 2020.

SENA, Vinícius Lorentz; VIANA, Adão Júnior Ferreira. Manifestações patológicas em estruturas de concreto armado. **Revista AlfaUnipac**. 1(2), p. 1-20, 2020.

SILVA, Francisco Roniel Soares. **Análise de manifestações patológicas em sistemas de vedação vertical interno e externo (SVVIE) em alvenaria de blocos cerâmicos em edificações de pequeno porte: um estudo de caso na cidade de Crateús-CE**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Campus de Crateús, Universidade Federal do Ceará, Crateús, 2020.

SOUZA, Ewerton Silva Vieira de. **Investigação e levantamento de manifestações patológicas em fachadas de edificações do Centro Histórico de Natal/RN**. 2022. 67 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2022.